



TUGAS AKHIR - TI 091324

SIMULASI SISTEM DISTRIBUSI PUPUK UREA IN-BAG BERSUBSIDI (STUDI KASUS : PERUSAHAAN PUPUK DI INDONESIA)

Stefan Adhie Nugroho

NRP 2512.100.162

Dosen Pembimbing

Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng, Ph.D, CSCP

Jurusan Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2016



FINAL PROJECT – TI 091324

A SIMULATION OF UREA IN-BAG SUBSIDIZE FERTILIZER DISTRIBUTION SYSTEM (CASE STUDY : FERTILIZER COMPANY IN INDONESIA)

Stefan Adhie Nugroho

NRP 2512 100 162

Supervisor

Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng, Ph.D, CSCP.

Industrial Engineering Department

Faculty Of Industrial Technology

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2016

LEMBAR PENGESAHAN

**SIMULASI SISTEM DISTRIBUSI PUPUK UREA IN-BAG BERSUBSIDI
(STUDI KASUS : PERUSAHAAN PUPUK DI INDONESIA)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Program Studi S-1 Jurusan Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

Oleh :

STEFAN ADHIE NUGROHO

NRP. 2512 100 162

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng, Ph.D, CSCP

NIP. 196901071994121001

SURABAYA, JUNI 2016



SIMULASI SISTEM DISTRIBUSI PUPUK UREA IN-BAG BERSUBSIDI (STUDI KASUS : PERUSAHAAN PUPUK DI INDONESIA)

Nama : Stefan Adhie Nugroho
NRP : 2512100162
Dosen Pembimbing : Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng, Ph.D, CSCP

ABSTRAK

Perusahaan merupakan salah satu perusahaan yang bertanggung jawab atas distribusi pupuk urea bersubsidi di Indonesia. *Service level* merupakan salah satu parameter yang harus dioptimalkan oleh perusahaan untuk mengantisipasi terjadinya kelangkaan pupuk. Salah satu permasalahan yang dihadapi untuk mencapai *service level* yang optimal adalah availibilitas truk untuk melakukan realisasi pengiriman dan perputaran truk yang tidak lancar. Kebijakan yang diterapkan untuk memperbaiki permasalahan yaitu penentuan segmentasi waktu pengiriman dan *dedicated express loading line*. Simulasi dilakukan untuk mengetahui pengaruh kebijakan terhadap perputaran truk, variabel respon dan jumlah kebutuhan truk yang optimal. Simulasi dilakukan dengan *software ARENA*. Pada penelitian ini dilakukan simulasi kebijakan eksisting dan perbaikan untuk mengetahui pengaruh dari penerapan kebijakan pada skenario perbaikan. Penerapan segmentasi waktu pengiriman dapat mengantisipasi ketidakpastian sehingga akan mengoptimalkan waktu tunggu time windows dan penerapan *dedicated express loading line* akan mempercepat waktu tunggu *loading* di pabrik. Sehingga, penerapan kedua kebijakan ini akan mengurangi waktu siklus per ritase. Waktu siklus yang singkat akan dapat meningkatkan realisasi pengiriman, sehingga secara tidak langsung akan meningkatkan *service level* perusahaan dan mengurangi jumlah kebutuhan truk. Penerapan skenario A2B2C8 meningkatkan waktu perputaran truk per ritase sebesar 28%, menurunkan waktu tunggu time windows sebesar 40%, meningkatkan *service level* sebesar 12,9%, dan menurunkan utilitas truk sebesar 11,9%.

Kata kunci : Segmentasi Waktu Kirim, Perputaran truk, *Dedicated Express Loading Line*, Simulasi ARENA.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

A SIMULATION OF UREA IN-BAG SUBSIDIZE FERTILIZER DISTRIBUTION SYSTEM

Nama : Stefan Adhie Nugroho
NRP : 2512100162
Dosen Pembimbing : Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng, Ph.D, CSCP

ABSTRAK

This company is one of the government-owned company responsible for meeting the demand of subsidized urea fertilizer in Indonesia. Service level is one of the parameters to be optimized by the company to anticipate shortages of fertilizer in the area of corporate responsibility. One of the problems faced in order to achieve optimal service level is the availability of trucks to make deliveries and truck turn around time is very long. Policy applied to fix the problem is a segmentation of the delivery time and dedicated express loading line. Simulations carried out to determine the effect of new policy on the truck turnaround, the response variable and the number of truck owned. Simulations performed with ARENA software. In this study, a simulation is conducted for the existing policies and improvement scenario. The aim is to determine the effect of the new policy on improvement scenario. Implementation of segmentation of the delivery time policies can anticipate the uncertainty in the distribution process so that it will optimize the waiting time for time windows. Meanwhile, the policy on dedicated express loading line will speed up the waiting time for the loading process. Thus, the implementation of this policy will reduce cycle time for each delivery. A short cycle time will be able to increase the delivery realization, so it will indirectly increase the service level of the company and reducing the number of trucks needed. The best scenarios to be implemented in the company is scenarios A2B2C8. This scenario improve truck turnaround time per ritase by 28%, lowering waiting time for time windows by 40%, improve the service level around 12.9%, and lowering the truck utility around 11.9%.

Keywords— Dedicated Express Loading Line, Truck Turnaround, Segmentation of Delivery Time, dan Simulation with ARENA

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	4
1.5.1 Batasan	5
1.5.2 Asumsi	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 <i>Information Visibility pada Supply Chain</i>	9
2.2 Manajemen Distribusi dan Transportasi	10
2.2.1 Manajemen Distribusi	11
2.2.2 Manajemen Transportasi	12
2.3 Manajemen Persediaan	13
2.4 Simulasi	14
2.4.1 Sistem	14
2.4.2 Model Simulasi	15

2.4.3	Simulasi dengan <i>Software</i> Arena.....	16
2.5	Penelitian Terdahulu	16
2.6	Teori Antrian.....	16
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		17
3.1	Tahap Pengumpulan Data	19
3.2	Tahap Pengolahan Data	20
3.2.1	Pembagian Wilayah Pengamatan	20
3.2.2	Pengelompokan Data Gudang Regional.....	21
3.2.3	<i>Fitting</i> Distribusi	21
3.3	Simulasi Proses Distribusi Pupuk Kondisi Eksisting.....	21
3.4	Simulasi Proses Distribusi Pupuk Skenario Perbaikan	25
3.5	Uji Verifikasi dan Validasi	28
3.6	Pengolahan Hasil Simulasi Distribusi Pupuk.....	29
3.7	Tahap Analisis dan Interpretasi.....	30
BAB 4 PENGOLAHAN INPUT DAN PENGEMBANGAN MODEL		33
4.1	Pengolahan Input.....	33
4.1.1	Pembagian Wilayah Pengamatan	33
4.1.2	Pengolahan Data Permintaan.....	35
4.2	Pembangunan Simulasi Kebijakan Eksisting.....	36
4.2.1	Model Simulasi Sistem Distribusi	38
4.2.2	Updater Waktu dan Hari Kerja.....	42
4.2.3	Update <i>Onhand</i>	42
4.2.4	Perhitungan Service Level.....	43
4.3	Verifikasi dan Validasi Model Simulasi Kebijakan Eksisting.....	44
4.3.1	Verifikasi Model Simulasi	44
4.3.1.1	Verifikasi Trace and Debug Facility	44

4.3.1.2	Verifikasi Rumus dan Hasil Perhitungan Arena.....	44
4.3.1.3	Verifikasi Logika Berjalannya Simulasi.....	48
4.3.2	Perhitungan Jumlah Replikasi.....	49
4.3.3	Validasi Model Simulasi Eksisting	50
4.4	Hasil Simulasi Kondisi Eksisting	51
4.4.1	Service Level dan Utilitas Truk	51
4.4.2	Waktu Tunggu Time Windows.....	53
4.4.3	Waktu Siklus Truk	55
4.5	Hasil Simulasi Skenario Perbaikan.....	56
4.5.1	Kombinasi Skenario	56
4.5.2	Service Level dan Utilitas Truk	57
4.5.3	Waktu Tunggu Time Windows.....	61
4.5.4	Waktu Siklus Truk	63
4.6	Hasil Simulasi Skenario Perbaikan dengan Jumlah Truk Eksisting.....	64
4.6.1	Waktu Tunggu Time Windows.....	64
4.6.2	Waktu Siklus Truk	66
BAB 5 ANALISIS DAN INTERPRETASI HASIL		69
5.1	Analisis Simulasi Kebijakan eksisting	73
5.1.1	Analisis Proses Pengiriman Simulasi Kebijakan Eksisting	73
5.1.2	Analisis Hasil Simulasi Kebijakan Eksisting Perusahaan.....	74
5.2	Analisis Simulasi Skenario Perbaikan.....	76
5.2.1	Analisis Proses Pengiriman Skenario Perbaikan	76
5.2.2	Analisis Hasil Simulasi Skenario Perbaikan	78
5.2.3	Analisis Pemilihan Output Simulasi Skenario Perbaikan	80
5.3	Analisis Perbandingan Hasil Simulasi Kebijakan Eksisting dan Skenario Perbaikan	82

5.3.1	Analisis Perbandingan Waktu Time Windows.....	82
5.3.2	Analisis Perbandingan Waktu Siklus Truk.....	83
5.3.3	Analisis Perbandingan Jumlah Truk.....	85
5.3.4	Analisis Perbandingan Service Level	86
5.3.5	Analisis Perbandingan Utilitas Truk	87
5.3.5	Analisis Perubahan Waktu Loading	89
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN		91
6.1	Kesimpulan	91
6.2	Saran.....	92
DAFTAR PUSTAKA.....		95
LAMPIRAN		97

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Macam-macam Gudang Regional Perusahaan	32
Tabel 4.2 Pembagian Musim Tanam Menurut Sumarno, 2016	34
Tabel 4.3 Statistical Significance T-Test dengan Asumsi Unequal Variances	48
Tabel 4.4 Hasil Simulasi Sistem Distribusi Eksisting.....	49
Tabel 4.5 Hasil Waktu Tunggu Time Windows Eksisting	51
Tabel 4.6 Rata-rata Waktu Tunggu Time Windows Kebijakan Eksisting.....	52
Tabel 4.7 Rata-rata Waktu Siklus Kebijakan Eksisting	52
Tabel 4.8 Kombinasi Skenario Perbaikan.....	54
Tabel 4.9 Hasil Simulasi Kombinasi Skenario (1).....	55
Tabel 4.10 Hasil Simulasi Kombinasi Skenario (2).....	55
Tabel 4.11 Hasil Simulasi Kombinasi Skenario (3).....	55
Tabel 4.12 Hasil Simulasi Kombinasi Skenario (4).....	56
Tabel 4.13 Hasil Simulasi Kombinasi Skenario (5).....	56
Tabel 4.14 Hasil Simulasi Kombinasi Skenario (6).....	56
Tabel 4.15 Hasil Waktu Tunggu Time Windows Skenario Perbaikan	58
Tabel 4.16 Rata-Rata Waktu Tunggu Time Windows Skenario Perbaikan.....	58
Tabel 4.17 Waktu Siklus Simulasi Skenario Perbaikan.....	59
Tabel 4.18 Output Skenario Perbaikan dengan Jumlah Truk Eksisting	61
Tabel 4.19 Hasil Waktu Tunggu Time Windows Skenario Perbaikan (479)	61
Tabel 4.20 Rata-Rata Waktu Tunggu Time Windows Skenario Perbaikan (479)	62
Tabel 4.21 Waktu Siklus Simulasi Skenario Perbaikan (479)	62
Tabel 5.1 Design of Exprimment	70
Tabel 5.2 Rekapitulasi Output Service Level Skenario Perbaikan	71
Tabel 5.3 Rekapitulasi Output Utilitas Truk Skenario Perbaikan.....	71

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peningkatan Luas Areal Pertanian	2
Gambar 3.1 Flowchart Pengerjaan Peneliiian Tugas Akhir	17
Gambar 3.1 Flowchart Pengerjaan Penelitian Tugas Akhir (Lanjutan)	18
Gambar 3.2 Model Konseptual Kondisi Eksisting Distribusi Pupuk	20
Gambar 3.3 Model Konseptual <i>Updater</i> Jam	21
Gambar 3.4 Model Konseptual <i>Updater</i> Hari	21
Gambar 3.5 Model Konseptual <i>Updater</i> Persediaan Gudang Regional	22
Gambar 3.6 Model Konseptual <i>Updater Service Level</i> Gudang	23
Gambar 3.7 Model Konseptual Skenario Perbaikan Sistem Distribusi	24
Gambar 3.7 Model Konseptual Skenario Perbaikan Sistem Distribusi (Lanjutan)	25
Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Rata-Rata Rilis Bulanan	33
Gambar 4.2 Grafik Rata-Rata Rilis Harian Pupuk Urea Bersubsidi	35
Gambar 4.3 Sistem Distribusi Pupuk di PT. X	37
Gambar 4.4 Model Utama Sistem Distribusi Pupuk Eksisting	39
Gambar 4.5 Model Utama Simulasi Skenario Perbaikan	39
Gambar 4.6 Keputusan Pengiriman Kondisi Eksisting	40
Gambar 4.7 Keputusan Pengiriman Skenario Perbaikan	40
Gambar 4.8 Model Simulasi Syarat Pengiriman Skenario Perbaikan	41
Gambar 4.9 Model Simulasi Proses Loading Kondisi Eksisting	41
Gambar 4.10 Model Simulasi Proses Loading Skenario Perbaikan	42
Gambar 4.11 Model Simulasi Pengiriman ke Gudang Regonal	42
Gambar 4.12 Model Simulasi Proses Unloading dan Perjalanan Kembali	43
Gambar 4.13 Model Simulasi <i>Updater</i> Jam	43

Gambar 4.14 Model Simulasi Updater Hari.....	44
Gambar 4.15 Model Simulasi Updater Stockout, Persediaan, dan Service Level.	45
Gambar 4.16 Verifikasi Trace and Debug Model Eksisting dan Perbaikan.....	46
Gambar 4.17 Verifikasi Hasil Perhitungan Kuantitas Pengiriman Eksisting.....	47
Gambar 4.18 Verifikasi Hasil Perhitungan Kuantitas Skenario Perbaikan	47
Gambar 4.19 Verifikasi Service Level Model Simulasi Eksisting.....	48
Gambar 4.20 Verifikasi Service Level Model Skenario Perbaikan.....	48
Gambar 4.21 Verifikasi Logika Berjalannya Simulasi Eksisting.....	49
Gambar 4.22 Verifikasi Logika Simulasi pada Skenario Perbaikan	50
Gambar 4.23 Grafik Utilitas Penggunaan Truk Kondisi Eksisting	54
Gambar 4.24 Histogram Hasil Waktu Tunggu Time Windows Eksisting	55
Gambar 4.25 Histogram Hasil Waktu Siklus Kondisi Eksisting.....	57
Gambar 4.26 Trade off Nilai Service Level dan Utilitas Truk.....	62
Gambar 4.27 Hubungan Antara Tingkat Permintaan dan Utilitas Truk.....	63
Gambar 4.28 Histogram Waktu Tunggu Time Windows Skenario Perbaikan	64
Gambar 4.29 Histogram Waktu Siklus Skenario Perbaikan.....	65
Gambar 4.30 Histogram Waktu Tunggu Time Windows Skenario Perbaikan (479)	67
Gambar 4.31 Histogram Waktu Siklus Skenario Perbaikan (479).....	68
Gambar 4.32 Waktu Antri Loading Kategori Jauh.....	71
Gambar 4.33 Grafik Waktu Antri Loading Kategori Menengah.....	72
Gambar 4.34 Grafik Waktu Antri Loading Kategori Dekat.....	72
Gambar 4.35 Rata-Rata Waktu Antri Loading.....	73
Gambar 5.1 Grafik Utilitas Truk Kebijakan Eksisting.....	77
Gambar 5.2 Grafik Komparasi Output Simulasi Skenario Perbaikan	83
Gambar 5.3 Grafik Perbandingan Waktu Tunggu Time Windows.....	85

Gambar 5.4 Grafik Perbandingan Waktu Siklus Truk	86
Gambar 5.5 Grafik Hubungan Jumlah Truk Terhadap Service Level	87
Gambar 5.6 Grafik Hubungan Jumlah Truk Terhadap Utilitas Truk.....	87
Gambar 5.7 Grafik Perbandingan Service Level	88
Gambar 5.7 Grafik Perbandingan Utilitas Truk	90

BAB 1

PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai hal-hal yang menjadi latar belakang dilakukan penelitian serta perumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini. Selain itu, dijelaskan juga tujuan dan manfaat dilakukan penelitian ini serta ruang lingkup penelitian yang menjelaskan fokus dari penelitian ini.

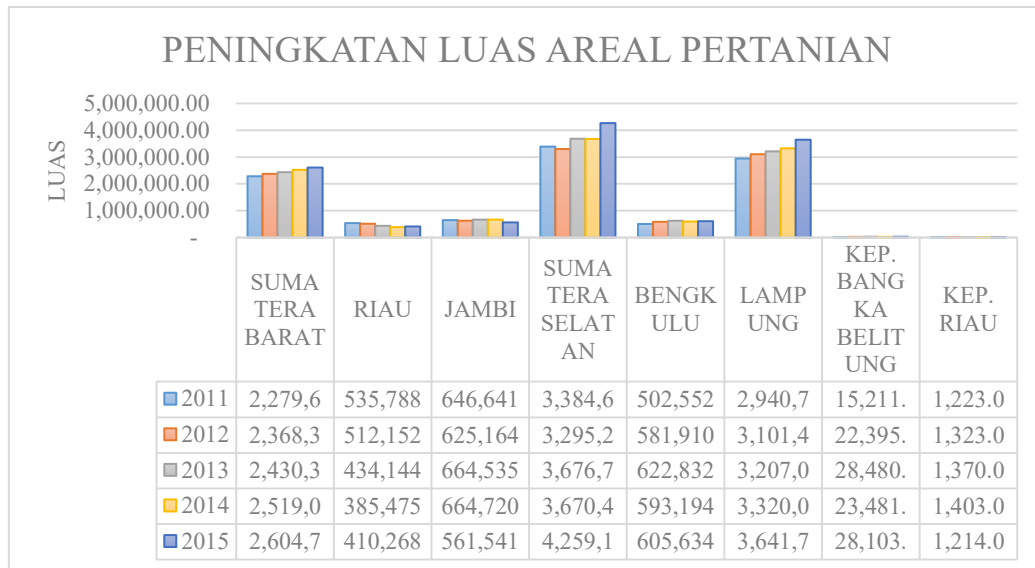
1.1 Latar Belakang

PT. X merupakan salah satu Badan Usaha Miliki Negara (BUMN) yang berlokasi di provinsi Sumatera Selatan tepatnya di Kota Palembang. Salah satu tujuan didirikannya perusahaan ini yaitu untuk mendukung program Pemerintah dalam meningkatkan produksi pertanian nasional. Pada tanggal 18 April 2012, PT. X resmi bergabung di Pupuk Indonesia Holding Company (PIHC) yang terdiri dari PT Petrokimia Gresik, PT. Pupuk Kalimantan Timur (PKT), PT. Pupuk Kujang, dan PT. Pupuk Iskandar Muda (PIM).

Indonesia merupakan salah satu negara dengan luas daratan terbesar di benua Asia. Menurut Badan Pusat Statistik yang menyatakan bahwa luas daratan Indonesia mencapai 1.919.499 km². Luas daratan Indonesia menjadikan negara ini negara yang berpotensi mengalami peningkatan luas areal pertanian secara signifikan. Dalam penelitian ini area yang menjadi fokus yaitu area distribusi perusahaan di Pulau Sumatera yang mencakup Sumatera Barat, Riau, Jambi, Sumatera Selatan, Bengkulu, Lampung, Kepulauan Bangka Belitung, dan Kepulauan Riau. Pada Gambar 1.1 dapat dilihat peningkatan luas areal pertanian tahun 2011 hingga 2015 pada area distribusi perusahaan.

Seiring dengan peningkatan luas area pertanian tentu akan diikuti oleh peningkatan permintaan pupuk di area tersebut. Peningkatan permintaan pupuk menuntut perusahaan untuk melakukan aktivitas produksi dan distribusi secara efektif dan efisien untuk memperoleh keuntungan yang maksimal. Untuk

memperoleh keuntungan yang optimal perusahaan dapat menekan biaya distribusi.



Gambar 1.1. Peningkatan Luas Area Pertanian pada Area Distribusi Perusahaan di Pulau Sumatera (Sumber : Badan Pusat Statistik Indonesia)

Strategi yang dapat diterapkan oleh perusahaan antara lain yaitu mengoptimalkan jaringan distribusi yang dimiliki oleh perusahaan. Menurut Chopra (2010), jaringan distribusi berkaitan dengan pemenuhan terhadap kebutuhan konsumen dan biaya yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Oleh karena itu, suatu perusahaan harus dapat mengestimasi jumlah kebutuhan yang dibutuhkan dalam suatu jaringan distribusi.

Sebagai salah satu Badan Usaha Milik Negara (BUMN), perusahaan harus mengikuti salah satu kebijakan pemerintah dalam melaksanakan aktivitas perusahaan. Salah satunya yaitu melakukan proses pengadaan melalui tender. Tender merupakan aktivitas lelang yang dilakukan perusahaan untuk memperoleh jasa dari pihak ketiga untuk mendukung aktivitas perusahaan. Salah satu aktivitas tender yang dilakukan oleh perusahaan yaitu “Pelelangan Bersama Angkutan Darat di Pulau Sumatera”. Proses lelang ini dilakukan selama satu tahun sekali untuk masing-masing area distribusi perusahaan. Tanpa disadari tentu penerapan kebijakan ini akan memberikan pengaruh terhadap fleksibilitas aktivitas perusahaan. Perusahaan dituntut untuk dapat mempersiapkan tender dengan sebaik mungkin karena keputusan yang diambil perusahaan akan berpengaruh

hingga satu tahun kedepan. Saat ini perusahaan tidak memiliki metode dalam menentukan jumlah truk optimal yang dibutuhkan selama satu tahun untuk memenuhi permintaan yang masuk setiap bulannya. Hal ini juga dibuktikan dengan tingginya tingkat *stockout* dikarenakan availibilitas truk yang rendah. Rendahnya availibilitas truk ini dipengaruhi beberapa faktor antara lain *time windows* yang terdapat di Gudang Regional sehingga menyebabkan siklus perputaran truk menjadi sangat panjang.

Permasalahan distribusi yang terjadi saat di perusahaan yaitu waktu siklus truk dalam melakukan pengiriman masih cukup panjang. Panjangnya waktu siklus mempengaruhi availibilitas truk untuk melakukan pengiriman, sehingga akan menyebabkan ketersediaan truk di pabrik menurun. Ketersediaan truk yang rendah menyebabkan perusahaan tidak dapat memenuhi target realisasi pengiriman bulanan yang telah ditentukan oleh pemerintah. Waktu siklus truk yang panjang terjadi akibat dari adanya ketidakpastian dan beberapa permasalahan yang sering terjadi pada kegiatan distribusi perusahaan. Beberapa permasalahan yang terjadi pada proses distribusi pupuk tersebut yaitu :

1. Waktu *unloading* di Gudang Regional yang bervariasi akibat dari ketersediaan tenaga kerja yang tidak seragam.
2. Ketidakpastian perjalanan karena kondisi setiap daerah yang bervariasi, tergantung pada kondisi jalan, jarak tempuh, kemacetan, dan jam pengiriman.
3. Gudang Regional tidak beroperasi selama 24 jam sehingga proses *unloading* hanya dilakukan pada jam kerja gudang. Waktu *time windows* gudang regional yaitu pada pukul 08.00-17.00, sehingga kondisi ini menyebabkan truk yang tiba di gudang diluar jam kerja harus menunggu hingga keesokan harinya.
4. Jarak gudang yang bervariasi mempengaruhi jumlah kebutuhan truk untuk masing-masing rute pengiriman.
5. Pertimbangan yang dimiliki perusahaan dalam melakukan proses tender yaitu hanya pada biaya minimum yang diajukan oleh penyedia jasa transportasi.

6. Lama nya waktu siklus pada proses distribusi pupuk dikarenakan lama nya waktu mengantri loading.

Berdasarkan paparan yang telah dijelaskan, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui jumlah kebutuhan truk optimal dan membandingkan skenario yang dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam melaksanakan proses tender yang dilakukan satu kali untuk jangka waktu kontrak satu tahun.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini yaitu Bagaimana pengaruh penerapan kebijakan *dedicated loading line* dan segmentasi waktu kirim terhadap waktu siklus, jumlah kebutuhan truk, service level, dan utilitas truk pada sistem distribusi pupuk

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh dari kebijakan penetapan *dedicated loading line* dan segmentasi waktu kirim terhadap waktu siklus dan jumlah kebutuhan truk.
2. Membandingkan *service level*, waktu siklus, dan jumlah truk terhadap kondisi eksisting.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Dapat diketahui pengaruh yang diberikan dengan diterapkannya kebijakan *dedicated loading line* terhadap waktu siklus, *service level* dan jumlah kebutuhan truk.
2. Dapat mengetahui kebijakan yang dapat menghasilkan waktu siklus truk dan jumlah kebutuhan truk yang optimal.
3. Memberikan gambaran mengenai perputaran truk pada kondisi eksisting dan skenario perbaikan.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup tugas akhir bertujuan untuk lebih memfokuskan penelitian serta menyederhanakan permasalahan sehingga dapat diselesaikan dengan metode ilmiah. Ruang lingkup penelitian terdiri dari batasan dan asumsi.

1.5.1 Batasan

Batasan yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Pengamatan hanya dilakukan untuk produk Urea In-Bag bersubsidi (PSO)
2. Daerah pengiriman dibatasi hanya untuk penjualan pupuk di Pulau Sumatera yaitu meliputi Jambi, Bengkulu, Sumatera Selatan, dan Lampung.
3. Pengamatan hanya dilakukan untuk pengiriman jalur darat dengan truk dari Lini II (PPU Palembang) menuju lini III (Gudang Regional).
4. Jenis truk yang digunakan yaitu truk 19 ton dan 9 ton.

1.5.2 Asumsi

1. Waktu istirahat diasumsikan sudah termasuk kedalam waktu perjalanan truk, sehingga truk yang baru sampai bisa langsung melakukan pengiriman.
2. *Time windows* gudang regional yaitu pada pukul 08.00 WIB – 17.00 WIB
3. *Loading line* pabrik beroperasi selama 24 jam.
4. Hari kerja gudang yaitu hari Senin sampai Sabtu.
5. Tidak ada jadwal *maintenance* atau *breakdown* untuk semua truk karena truk selalu dalam kondisi prima.

1.6 Sistematika Penulisan

Pada subbab ini akan dibahas mengenai sistematika dari penulisan yang digunakan dalam laporan penelitian ini. Berikut adalah susunan penulisan yang digunakan dalam laporan penelitian ini.

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai hal-hal yang mendasari dilakukannya penelitian berupa latar belakang penelitian dan perumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini. Selain itu, pada bab ini juga dibahas mengenai tujuan penelitian, manfaat yang diperoleh dari penelitian ini, batasan dan asumsi, serta sistematika penulisan laporan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dipaparkan mengenai teori dan studi literatur yang menjadi dasar untuk memperkuat penelitian dan sebagai landasan dalam pemilihan metode yang sesuai dengan permasalahan yang akan diselesaikan. Tinjauan pustaka yang digunakan sebagai landasan dalam penelitian ini diambil dari jurnal, buku, seminar ilmiah, dan penelitian terdahulu.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai tahapan yang dilakukan untuk menyelesaikan penelitian. Tahapan-tahapan penelitian yang dirancang penulis akan digunakan sebagai pedoman dalam penyelesaian permasalahan secara sistematis sehingga tujuan yang ingin diperoleh dari penelitian ini dapat tercapai. Tahapan pengerjaan akan digambarkan dalam *flowchart* pengerjaan dan *flowchart* model jaringan distribusi yang akan disimulasikan.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini akan dibahas mengenai pengumpulan dan pengolahan data yang dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan dalam penelitian. Pada tahap pengumpulan data dilakukan pengumpulan data yang mendukung keseluruhan penelitian. Setelah data dikumpulkan lalu data diolah sehingga memperoleh hasil yang diinginkan. Sebelum dilakukan proses pengolahan data maka dibuat terlebih dahulu model simulasinya.

BAB V ANALISIS DAN INTEPRETASI DATA

Pada bab ini akan dilakukan analisis dan intepretasi dari data yang merupakan *outputan* dari pengolahan data yang sudah dilakukan. Analisis yang dilakukan yaitu analisis hasil simulasi jaringan distribusi eksisting, analisis hasil simulasi jaringan distribusi perbaikan, dan perbandingan hasil dari kedua strategi jaringan distribusi tersebut.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dilakukan penarikan kesimpulan dari keseluruhan hasil yang diperoleh dari penelitian. Kesimpulan akan menjawab tujuan yang sudah ditetapkan pada awal dilakukannya penelitian. Selain itu, akan diberikan saran dan rekomendasi untuk melakukan perbaikan bagi perusahaan serta peluang penelitian yang dibisa dilakukan untuk selanjutnya.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dipaparkan mengenai teori dan studi literatur yang menjadi dasar untuk memperkuat penelitian dan sebagai landasan dalam pemilihan metode yang sesuai dengan permasalahan yang akan diselesaikan.

2.1 *Information Visibility pada Supply Chain*

Informasi merupakan salah satu aspek penting yang dibutuhkan pada aktivitas *supply chain*. Pemerataan pada persebaran informasi sangat penting untuk peningkatan kinerja *supply chain*. Informasi membantu perusahaan dalam pengambilan keputusan pada aktivitas *supply chain*. Semakin luas cakupan dari suatu informasi yang dimiliki oleh perusahaan maka keputusan yang diambil dapat lebih optimal dan menguntungkan perusahaan serta semua pemain yang terlibat pada aktivitas *supply chain*. Informasi yang diperoleh dapat meminimalisir terjadinya *bullwhip effect*.

Supply chain visibility berkaitan dengan kemampuan untuk mengakses maupun berbagi informasi yang relevan mengenai strategi maupun operasional *partner* dalam *supply chain* (Moretto et al, 2014). Berdasarkan hasil penelitian dari beberapa ahli, manfaat dengan adanya *visibility* pada *supply chain* antara lain dapat memperbaiki beberapa aspek pada aktivitas *supply chain* antara lain :

1. Biaya

Pada aspek ini antara lain meliputi biaya distribusi, biaya persediaan, biaya pengadaan, biaya *stockout*, biaya *shortage*, dan komponen biaya lainnya yang terdapat pada aktivitas *supply chain*

2. Kualitas

Aspek ini meliputi kualitas *supplier* dalam memenuhi kebutuhan perusahaan, kualitas internal dan eksternal

3. *Service Level*

Aspek ini meliputi *on-time delivery*, *costumer respond time*, dan *availability* produk di pasar

4. Fleksibilitas

Aspek ini meliputi fleksibilitas dari *supplier* dalam memenuhi permintaan perusahaan dalam memenuhi *uncertain demand* seperti ketersediaan jasa transportasi dan *supply material*.

5. Waktu

Aspek ini meliputi waktu siklus pada aktivitas distribusi produk ke tangan konsumen

2.2 Manajemen Distribusi dan Transportasi

Manajemen distribusi dan transportasi memiliki beberapa fungsi dasar yang dapat memberikan gambaran umum kegiatan pada jaringan distribusi dan transportasi. Fungsi-fungsi tersebut menurut Pujawan dan Mahendrawati (2010) antara lain :

1. Melakukan segmentasi dan menentukan target *service level* yang ingin dicapai oleh perusahaan.
2. Melakukan penjadwalan dan penentuan rute pengiriman. Penjadwalan dan penentuan rute pengiriman sangat bergantung pada jumlah pelanggan dan jumlah permintaan dari setiap pelanggan.
3. Melakukan pelayanan nilai tambah untuk memenuhi kebutuhan setiap pelanggan. Pelayanan nilai tambah yang diberikan bisa berupa jasa pengepakan dan beberapa jasa lainnya.
4. Jaringan distribusi dan transportasi memiliki fungsi sebagai penyimpanan persediaan *in-transit* maupun *on-hand* yang berada gudang.
5. Memberikan layanan pengembalian produk. Kegiatan pengembalian barang yang dikarenakan kerusakan ketika proses pengiriman
6. Menentukan moda transportasi yang akan digunakan. Moda transportasi yang digunakan harus disesuaikan terhadap kondisi perusahaan dan kondisi konsumen yang akan dituju.
7. Melakukan konsolidasi informasi dan pengiriman. Konsolidasi informasi dan pengiriman sangat penting apabila dibutuhkan pengiriman yang cepat namun dengan biaya yang murah.

2.2.1 Manajemen Distribusi

Manajemen distribusi mencakup berbagai aktivitas seperti pengiriman dan penyimpanan produk, pengolahan informasi, dan pelayanan kepada pelanggan (Pujawan, 2010). Manajemen distribusi memiliki beberapa tujuan yang ingin dicapai antara lain meningkatkan *service level*, *product quality*, *after sales service*, dan meningkatkan kecepatan pengiriman.

Salah satu kegiatan manajemen distribusi yang dilakukan perusahaan yaitu pengelolaan persediaan. Kegiatan pengelolaan persediaan yang dilakukan dalam sebuah jaringan distribusi yaitu menentukan alokasi persediaan agar dapat memenuhi permintaan pelanggan. Pada pengelolaan persediaan, ditentukan bagaimana pengalokasian dan cara persediaan akan disimpan sehingga perusahaan selalu dapat memenuhi permintaan yang ada di pasar. Sehingga, pengambilan keputusan dalam pengelolaan persediaan harus sangat tepat karena dapat berimplikasi pada biaya pengiriman dan biaya penyimpanan yang tinggi. Apabila dilihat dari segi pengelolaan persediaan, pada jaringan distribusi terdapat beberapa macam strategi distribusi yang berkaitan dengan pengelolaan persediaan antara lain :

1. Pengiriman Langsung (*Direct Shipment*)

Pengiriman langsung merupakan pengiriman yang dilakukan langsung dari pabrik menuju ke pelanggan. Strategi ini dapat digunakan untuk barang atau produk yang memiliki umur yang relatif pendek dan memerlukan perlakuan khusus pada kegiatan *loading* dan *unloading*. Penggunaan strategi pengiriman langsung ini dapat memberikan penghematan pada biaya fasilitas namun, dapat menimbulkan biaya transportasi yang tinggi. Apabila dilihat dari persediaan barang, persediaan yang terjadi yaitu *in transit inventory* atau persediaan di jalan. Semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk pengiriman, maka biaya *in transit inventory* juga akan semakin tinggi. Kelemahan lain dari strategi ini yaitu rantai pasok akan menanggung resiko yang lebih tinggi bila terjadi ketidakpastian permintaan maupun ketidakpastian pasokan relatif tinggi.

2. Pengiriman melalui *Warehouse*

Pada strategi ini, pengiriman barang tidak langsung dikirimkan ke pengguna melainkan melalui gudang atau fasilitas penyangga terlebih dahulu.

Strategi pengiriman melalui gudang lebih tepat digunakan untuk barang yang memiliki ketidakpastian permintaan dan ketidakpastian pasokan yang tinggi serta barang yang memiliki daya tahan yang relatif lama. Gudang juga dapat berfungsi sebagai media yang dapat mengakomodir *demand* dan *supply* serta dapat mengurangi adanya ketidakpastian pada pengiriman seperti ketidakpastian *time windows*. Namun, disisi lain dengan adanya gudang maka diperlukan biaya fasilitas dan operasional yang lebih tinggi. Apabila dilihat dari segi pengelolaan persediaannya, pada strategi ini terjadi penyimpanan persediaan di gudang yang harus dikelola agar tidak membuat biaya persediaan yang tinggi. Pada strategi ini, kemungkinan barang rusak lebih tinggi karena adanya proses bongkar, muat, dan *handling* yang lebih banyak.

3. *Cross-Docking*

Strategi distribusi dengan menambahkan *cross-docking* merupakan strategi dimana pengiriman akan melewati sebuah fasilitas *cross-docking* yang berada diantara pabrik dan pelanggan. Kendaraan dari pelanggan dan kendaraan yang datang dari pabrik yang membawa barang akan bertemu untuk melakukan transfer barang. Keunggulan dari strategi distribusi ini adalah pengiriman yang relatif lebih cepat dan tetap bisa mencapai *economic of transportation* yang baik karena adanya konsolidasi. Selain itu, kegiatan *handling* juga akan berkurang dan persediaan yang disimpan tidak begitu banyak. Kekurangan dari strategi ini yaitu membutuhkan visibilitas informasi dan koordinasi yang baik antara pabrik dan pelanggan sehingga dibutuhkan biaya investasi sistem yang cukup tinggi.

2.2.2 Manajemen Transportasi

Transportasi merupakan pemindahan produk dari suatu lokasi awal menuju lokasi tujuan dengan tujuan untuk melakukan pemenuhan permintaan dari produk tersebut. Pemilihan moda transportasi yang tepat akan meningkatkan responsif dari proses distribusi. Transportasi biasanya merepresentasikan besarnya biaya logistik dari perusahaan. Untuk meningkatkan daya saing sehingga dapat memenangkan persaingan pasar, pengelolaan sistem transportasi juga merupakan faktor yang penting. Sistem transportasi yang efisien dapat memberikan pengaruh positif seperti efisiensi biaya dan kemampuan perusahaan dalam mendistribusikan

produk sehingga dapat meningkatkan penjualan. *Trade-off* yang terjadi ketika melakukan penentuan sistem transportasi yaitu biaya transportasi yang menggambarkan efisiensi transportasi dan kecepatan distribusi produk yang akan mempengaruhi responsifitas dari sistem transportasi.

Pihak-pihak yang terlibat dalam proses transportasi yaitu pemilik barang atau *shipper* dan pihak yang bertugas melakukan pengiriman yang disebut *carrier*. Terdapat perbedaan sudut pandang dari kedua pihak tersebut mengenai efisiensi sistem transportasi yang akan digunakan (Pujawan, 2010). Apabila dilihat dari sudut pandang penyedia transportasi maka efisiensi ditentukan oleh investasi dan biaya operasional yang dibutuhkan. Sedangkan dari pihak pemilik produk hal yang dipertimbangkan yaitu biaya langsung dan tidak langsung yang ditimbulkan dari kegiatan transportasi. Selain itu, pihak *shipper* juga harus mempertimbangkan mengenai ketidakpastian waktu pengiriman dan *service level* yang diperoleh.

2.3 Manajemen Persediaan

Persediaan memegang peran penting terutama bagi suatu perusahaan yang beroperasi pada lingkungan yang dinamis. Tersine (1994) mendefinisikan beberapa jenis dari persediaan berdasarkan tujuannya antara lain *working stock*, *pipeline stock*, dan *safety stock*. *Working stock* adalah persediaan yang dimiliki untuk mencapai skala ekonomis. *Pipeline stock* adalah persediaan yang sedang pada proses pengiriman karena membutuhkan waktu untuk mendistribusikan produk dari satu tempat ke tempat yang lain. Manajemen persediaan membahas bagaimana melakukan penyesuaian pada tingkat ketersediaan produk dengan memperhatikan biaya yang dibutuhkan untuk memastikan ketersediaan produk tersebut pada tingkat tertentu (Ballou, 2004). Tingkat persediaan yang dimiliki sangat berkaitan dengan tingkat pemenuhan permintaan yang akan berpengaruh pada *service level* yang diperoleh. Menurut Ballou (2004), tujuan utama dari manajemen persediaan adalah untuk meyakinkan ketersediaan dari produk pada suatu waktu dan pada kuantitas yang dibutuhkan. Ketersediaan produk diukur dari kemampuan melakukan pemenuhan order dari persediaan yang dimiliki saat ini.

Dalam jaringan distribusi, semakin bertambahnya jumlah fasilitas akan meningkatkan jumlah persediaan yang harus dimiliki dan biaya yang dibutuhkan

untuk penyimpanan (Chopra, 2007). Dengan semakin banyaknya jumlah fasilitas maka semakin tinggi fluktuasi permintaan agregat di masing-masing fasilitas, sehingga persediaan di tiap fasilitas akan semakin meningkat (Pujawan, 2010). Sebagai *trade-off* dari biaya persediaan yang meningkat, kecepatan respon perusahaan terhadap permintaan akan semakin meningkat karena fasilitas lebih dekat dengan konsumen dan *lead time* akan lebih pendek. Sehingga, kondisi ini akan memberikan peningkatan pada pemenuhan permintaan yang berpengaruh pada tingkat *service level* yang diperoleh.

2.4 Simulasi

Simulasi merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menggambarkan perilaku dari sistem nyata, menggunakan komputer dengan *software* yang sesuai (Chen&Kelton, 2003). Simulasi dapat dijadikan sebuah metode untuk melakukan analisa terhadap sebuah sistem dinamik yang kompleks tidak hanya formal dan prediksi, tetapi juga mampu memprediksikan performansi secara akurat. Simulasi dapat diterapkan ketika model matematis sudah tidak dapat digunakan untuk menghasilkan solusi. Selain itu, simulasi digunakan ketika problem atau sistem yang menjadi amatan memiliki tingkat kompleksitas dan keterkaitan yang tinggi.

2.4.1 Sistem

Interaksi yang terjadi antar sekumpulan atribut yang saling berpengaruh dan mempengaruhi untuk mencapai tujuan yang logis (Schimd & Taylor,1970). Sistem merupakan elemen-elemen yang saling terintegrasi untuk mencapai tujuan yang sama (McLeod,2001). Didalam sebuah sistem terdapat beberapa komponen yaitu :

1. Entitas, entitas merupakan sesuatu yang dikenai proses dalam sebuah sistem nyata
2. Atribut, atribut merupakan sebuah hal yang melekat dan berkaitan dengan entitas dalam sebuah sistem

3. Aktivitas, aktivitas merupakan sebuah kejadian nyata yang terjadi pada suatu waktu dan pada suatu tempat yang didalamnya terdapat komponen yang berpengaruh
4. Variabel, variabel merupakan sesuatu hal yang melekat dan berpengaruh pada keseluruhan sistem nyata. Variable biasanya digunakan sebagai penghitung atau yang menandai sistem tersebut.
5. *Resource, resource* merupakan sesuatu hal yang melakukan sebuah proses yang diwujudkan dalam sebuah fasilitas, peralatan dan hal lain yang melakukan aktifitas pada sebuah sistem nyata
6. *Control, control* merupakan sebuah penanda dimana sistem terjadi, kapan, dan memberikan urutan proses, serta logika dari sebuah sistem.

2.4.2 Model Simulasi

Sebuah sistem nyata dapat digambarkan dalam sebuah model. Sebuah sistem nyata dapat digambarkan dalam model melalui sebuah pemodelan sistem. Pemodelan merupakan sebuah proses menghasilkan model, dimana model tersebut merepresentasikan sebuah sistem dan struktur yang bekerja (Andradottir, 1997). Pemodelan merepresentasikan sebuah sistem yang ingin diperbaiki, sehingga sebuah model akan menggunakan beberapa pendekatan dan asumsi untuk menyederhanakan sebuah sistem nyata. Kriteria dari sebuah model antara lain :

1. Mudah untuk dimengerti
2. Tujuan dari model harus mudah dipahami dan jelas
3. Model mengandung pemecahan masalah yang jelas
4. Mudah untuk dikontrol dan dimanipulasi

2.4.3 Simulasi dengan *Software Arena*

ARENA merupakan salah satu *software* komputer yang digunakan untuk melakukan simulasi dari sebuah sistem nyata. Simulasi ARENA digunakan untuk menyelesaikan permasalahan diskrit. Simulasi komputer merupakan proses perancangan sebuah model logika matematis yang merupakan gambaran dari sebuah sistem nyata. Arena merupakan *software* simulasi yang fleksible dalam

merancang sebuah model simulasi yang lebih akurat untuk merepresentasikan beberapa sistem. ARENA menampilkan model simulasi yang mengkombinasikan antara model simulasi analisis dan model simulasi grafik. Terdapat beberapa tahapan dalam melakukan simulasi dengan menggunakan *software* ARENA antara lain:

1. Melakukan pengumpulan data
2. *Fitting* distribusi data yang telah diperoleh
3. Merancang model simulasi berdasarkan permasalahan yang ada
4. Melakukan *input* data hasil *fitting distribusi* ke dalam model simulasi ARENA
5. Melakukan *running* model simulasi ARENA
6. Melakukan proses verifikasi model simulasi ARENA
7. Melakukan proses validasi pada model simulasi ARENA

Setelah dilakukan validasi maka dapat diketahui apakah model simulasi ARENA yang sudah dibangun sesuai dengan kondisi eksisting pada sistem nyata.

2.5 Penelitian Terdahulu

Pada pengerjaan penelitian ini terdapat beberapa penelitian terdahulu yang dijadikan referensi pengerjaan yaitu :

1. “Penentuan Keputusan Pengiriman Berbasis Informasi Stock Criticality dan Segmentasi Waktu Kirim (Studi Kasus : Distribusi Semen Zak)” (Cristina, 2014)
2. “Simulasi Perputaran Truk Pengangkut Semen dengan Adanya Gudang Penyangga” (Pradnaswari, 2015)
3. “*An Integrated Shipment Planning and Storage Capacity : A Simulation Study*” (Mansur, 2014)

2.6 Teori Antrian

Teori antrian merupakan studi matematika mengenai sebuah urutan tunggu atau antrian yang menjelaskan bagaimana proses “menunggu” sebuah elemen di tengah-tengah antrian, dan bagaimana proses pemasukkan elemen baru kedalam antrian. Semua hal tersebut dibahas dengan menggunakan analisis matematika.

Teori antrian menjelaskan proses apa yang dilakukan terhadap elemen yang berada di dalam antrian tersebut dan kemudian juga menghitung faktor-faktor lain seperti waktu tunggu, panjang antrian, dan faktor lainnya didalamnya. Teori antrian banyak digunakan dalam hal pemrosesan banyak elemen dimana kemampuan server atau fasilitas terbatas, misalnya hanya dapat melayani/memproses sebuah elemen satu per satu. Teori antrian memiliki sedikitnya 3 elemen utama yaitu elemen customer, service facility, dan queue. Customer merupakan istilah untuk sesuatu entitas yang diproses, Service facility adalah fasilitas dari sistem, sedangkan queue merupakan antrian itu sendiri.

Pada teori antrian terdapat berbagai macam disiplin antrian/pelayanan. Disiplin antrian tersebut secara umum antara lain yaitu :

a) FCFS (*First Come First Served*)

Disiplin antrian ini biasanya lebih dikenal dengan istilah FIFO (*First in First Out*). Maksud dari sistem pelayanan FCFS adalah melayani duluan customer yang masuk ke dalam sistem paling awal. Disiplin FCFS paling banyak ditemukan di kehidupan sehari-hari, misalnya antrian di bank atau supermarket.

b) LCFS (*Last Come First Served*)

Disiplin antrian ini biasa juga dikenal dengan LIFO (*Last in First Out*). Kebalikan dari FCFS disiplin ini membuat sistem antrian melayani customer yang datang paling akhir.

c) RSS (*Random-Selection Service*)

Disiplin antrian ini biasa juga disebut SIRO (*Service in Random Order*). Sesuai dengan namanya disiplin pada sistem antrian jenis ini akan mengacak urutan customer yang akan dilayani lebih dahulu tidak peduli urutan customer-customer tersebut masuk ke dalam sistem.

d) PRI (*Priority Service*)

Disiplin antrian ini menyebabkan *service facility* pada sistem antrian akan melayani customer tertentu terlebih dahulu sesuai dengan tingkat prioritas yang sebelumnya telah ditentukan didalam sistem.

e) M/M/1 *Queue*

M/M/1 merupakan sistem antrian sederhana non-trivial dimana permintaan yang datang bergantung terhadap proses/distribusi poisson dengan rata-rata λ dimana waktu antar kedatangan independen dan terdistribusi eksponensial dengan parameter λ .

f) M/M/n/n Queue, *Erlang-Loss System*

Sistem antrian ini merupakan sistem antrian tertua dan sistem antrian yang paling terkenal. Asumsi yang digunakan pada teori ini yaitu kedatangan konsumen mengikuti distribusi poisson dan waktu pelayanan terdistribusi eksponensial. Apabila semua server sedang sibuk ketika waktu kedatangan konsumen maka konsumen tersebut akan terhitung sebagai lost customer.

g) M/M/1/K Queue, *Systems with Finite Capacity*

Pada sistem antrian ini K melambangkan kapasitas sistem m/m/1 dimana jumlah maksimal konsumen pada sistem termasuk konsumen yang sedang dilayani.

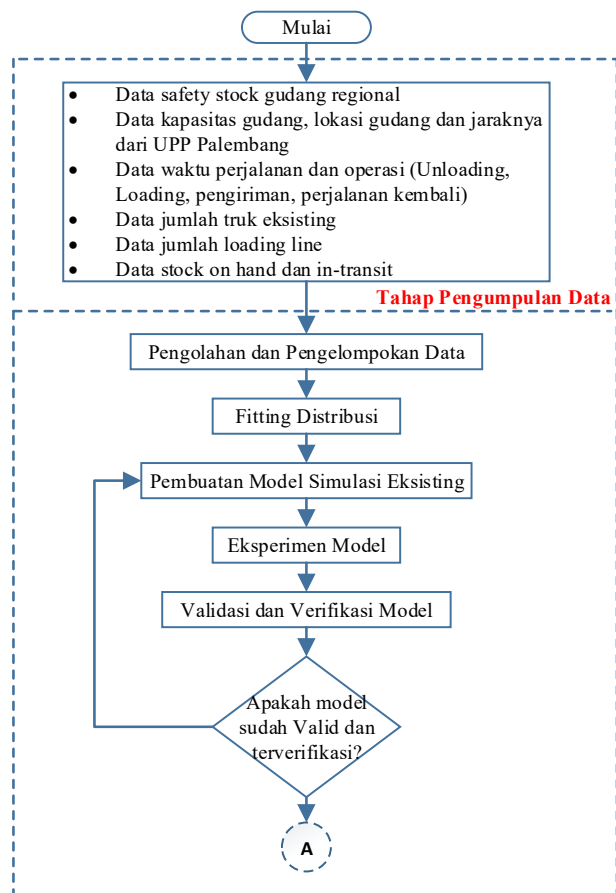
BAB 3

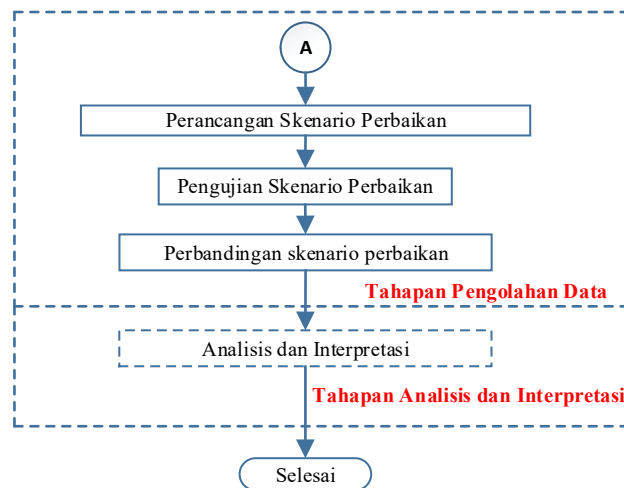
METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai tahapan yang dilakukan untuk menyelesaikan penelitian. Tahapan-tahapan penelitian yang dirancang penulis akan digunakan sebagai pedoman dalam penyelesaian permasalahan secara sistematis untuk mencapai tujuan penelitian.

3.1 Tahap Pengumpulan Data

Tahapan ini merupakan tahapan yang akan menjelaskan mengenai data-data yang dibutuhkan dalam pengerjaan penelitian. Data yang dikumpulkan disesuaikan dengan kebutuhan data pada tahapan pengolahan data sehingga hasil yang diperoleh sesuai dengan yang diharapkan





Gambar 3.1 *Flowchart* Pengerjaan Penelitian Tugas Akhir (Lanjutan)

Data-data yang diperlukan antara lain :

1. Data ketentuan minimum stok per hari di gudang regional
2. Data kapasitas gudang regional
3. Data permintaan tiap provinsi untuk pupuk urea in-bag.
4. Data waktu proses *loading* di pabrik
5. Data waktu proses *unloading* di gudang regional
6. Data waktu pengiriman dan perjalanan kembali ke pabrik
7. Data rilis harian di gudang regional
8. Data jumlah kebutuhan truk eksisting.

3.2 Tahap Pengolahan Data

Tahapan pengolahan data merupakan tahapan dimana akan dilakukan pengolahan data sesuai dengan metode yang digunakan dalam penelitian. Pada penelitian ini tahap pengolahan data terdiri dari beberapa tahapan sebagai berikut.

3.2.1 Pembagian Wilayah Pengamatan

Pembagian wilayah pengamatan dilakukan untuk mensimplifikasi pengolahan data dan menyesuaikan dengan kemampuan dari perangkat lunak yang digunakan. Wilayah penjualan yang akan diamati yaitu wilayah distribusi perusahaan di Pulau Sumatera yang meliputi Bengkulu, Palembang, Lampung,

dan Jambi. Wilayah ini dipilih karena berdasarkan rata-rata permintaan di pulau sumatera jauh lebih besar daripada pulau jawa.

3.2.2 Pengelompokan Data Gudang Regional

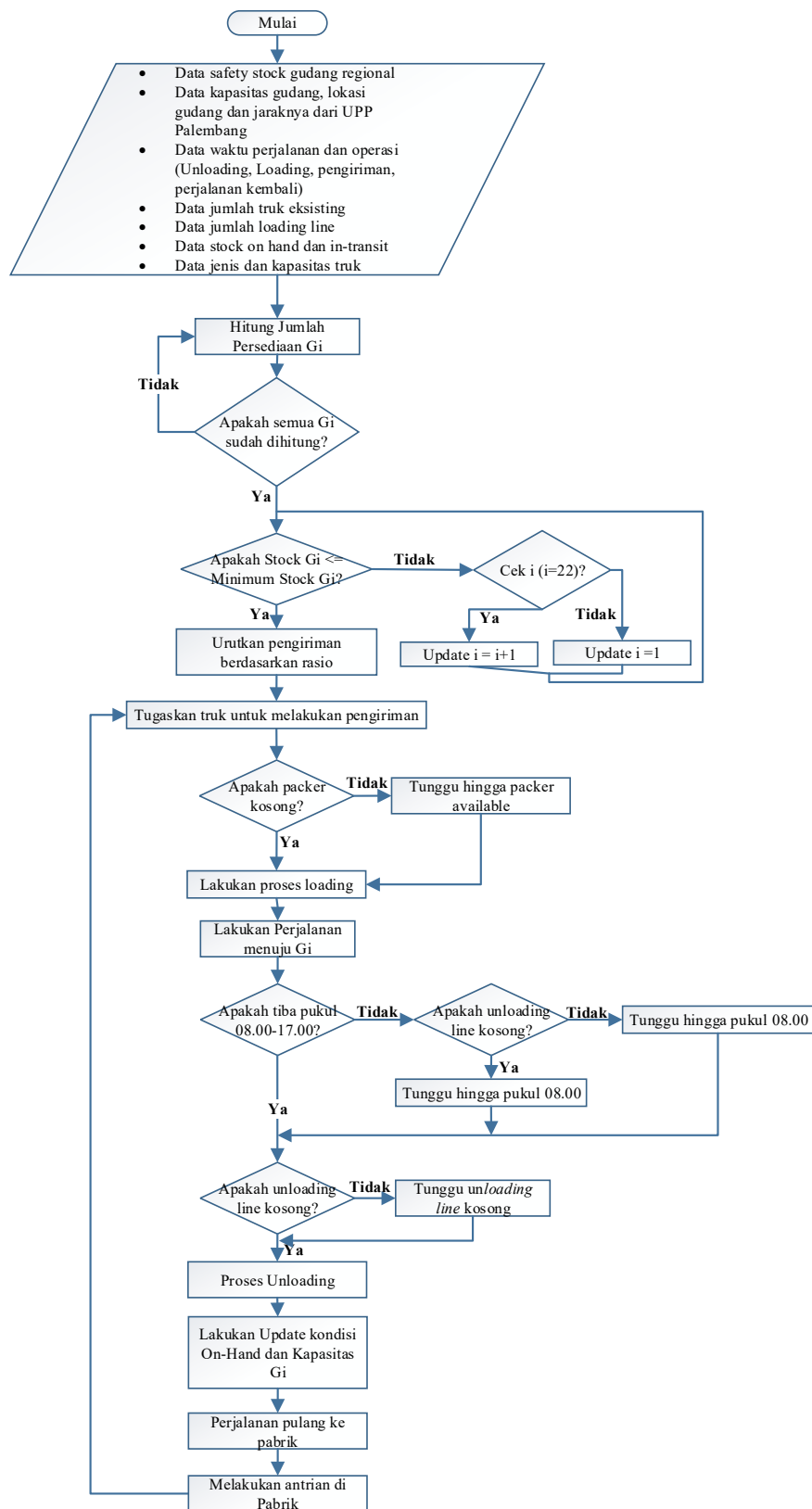
Pada penelitian ini objek yang akan diamati merupakan gudang regional yang berada di masing-masing provinsi yang merupakan tanggung jawab dari perusahaan. Pengelompokan data gudang regional dilakukan dengan tujuan mengelompokkan data-data permintaan dari masing-masing gudang regional. Pengelompokan data ini dilakukan untuk kebutuhan data pada saat melakukan *running* model simulasi

3.2.3 Fitting Distribusi

Fitting distribusi merupakan tahapan dimana dilakukan pengolahan data yang sudah dikumpulkan untuk mendapatkan pola dari data-data tersebut. Hasil dari *fitting* distribusi ini yang berupa pola distribusi dari data akan digunakan sebagai *input* dalam pembuatan model simulasi. *Fitting* distribusi dilakukan dengan bantuan *software Arena* yaitu *tools Input Analyzer*. Data-data yang akan diolah dalam *fitting* distribusi ini yaitu waktu pengiriman, waktu perjalanan kembali ke pabrik, waktu tunggu *loading* di pabrik, waktu tunggu *unloading* di gudang regional, waktu proses *loading* di pabrik dan *unloading* di gudang regional.

3.3 Simulasi Proses Distribusi Pupuk Kondisi Eksisting

Simulasi proses distribusi pupuk dilakukan dengan membuat simulasi yang menirukan kondisi distribusi pupuk yang diterapkan di PT. X. Model simulasi yang dibuat menggambarkan kebijakan pengiriman pupuk yang dilakukan oleh perusahaan. Simulasi dilakukan dengan *software ARENA 14*. Berikut akan dijelaskan alur dari proses distribusi pupuk dari PPU Palembang hingga sampai ke Gudang Regional.

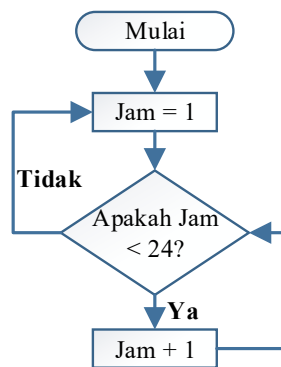


Gambar 3.2 Model Konseptual Kondisi Eksisting Distribusi Pupuk

Selain model utama untuk pengiriman pupuk, pada model simulasi proses distribusi pupuk yang merepresentasikan kondisi eksisting yang dikembangkan pada penelitian ini juga terdapat model pendukung seperti model perbaharuan atau *update* kondisi simulasi. *Update* yang digunakan yaitu *update* untuk persediaan (*On-hand*) gudang regional, *update* jam, *update* hari, dan *update service level* gudang regional.

1. Pembaharuan/*Updater* Jam Tiap Hari

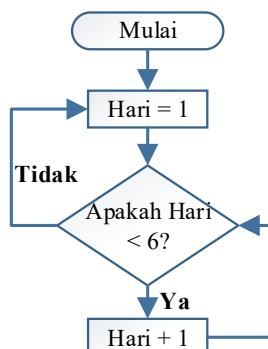
Updater jam bertujuan untuk melakukan perbaharuan untuk kondisi jam di simulasi sehingga jam akan berubah sesuai dengan lama waktu yang sudah dilalui selama proses simulasi. Jam ini digunakan sebagai *control* dari beberapa ketentuan dalam proses pengiriman pupuk setiap harinya.



Gambar 3.3 Model Konseptual *Updater* Jam

2. Pembaharuan/ *Updater* Hari Kerja

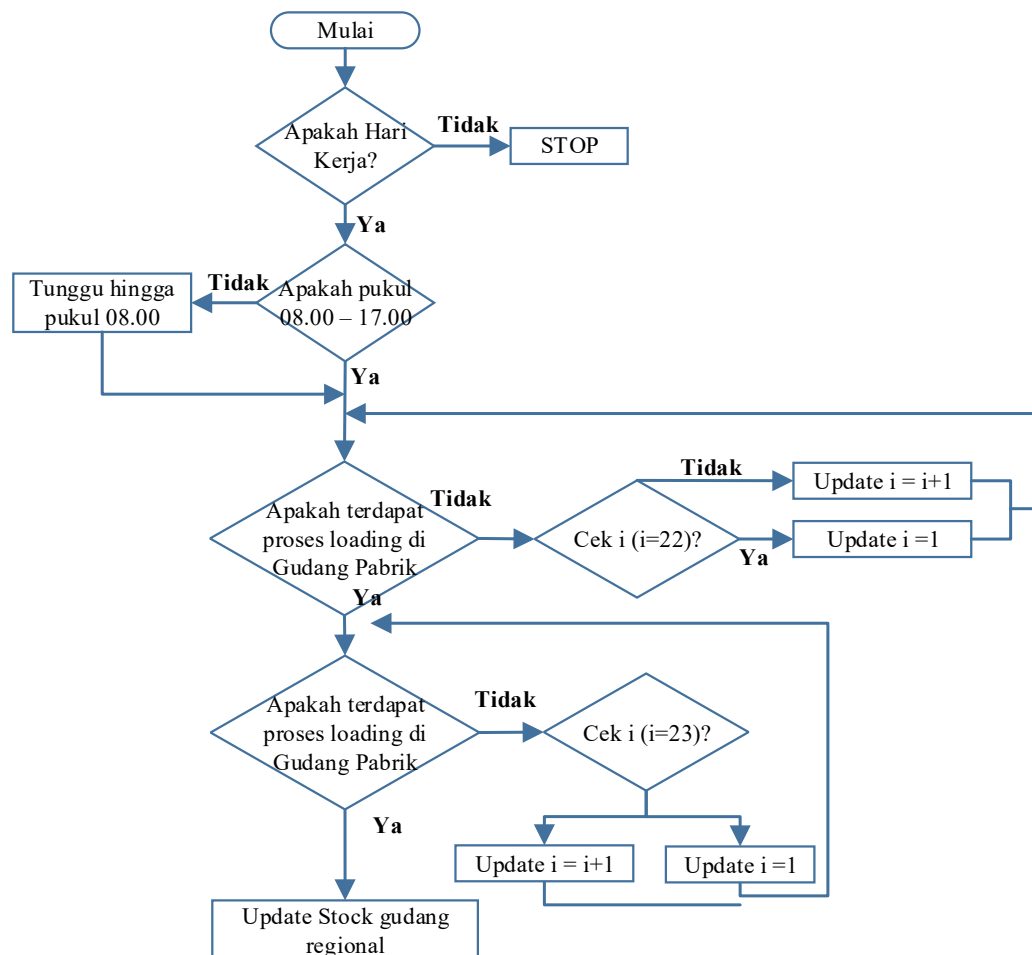
Updater hari kerja digunakan untuk memastikan bahwa simulasi proses pengiriman dan beberapa kegiatan pada proses distribusi hanya dilakukan pada hari kerja mulai hari senin hingga jumat.



Gambar 3.4 Model Konseptual *Updater* Hari Kerja

3. Pembaharuan/*Updater* Persediaan Gudang Regional

Persediaan gudang regional akan secara otomatis ditambahkan ketika dilakukan proses *unloading* yang dilakukan di gudang regional pada proses pengiriman pupuk dan proses penebusan yang dilakukan distributor. Sehingga dibutuhkan sebuah model yang dapat mensimulasikan adanya pengurangan persediaan akibat dari adanya proses penebusan dari distributor dan penambahan yang terjadi karena proses *unloading* yang dilakukan di gudang regional. Perbaharuan persediaan ini bertujuan untuk mengurangi dan menambahkan persediaan gudang regional.

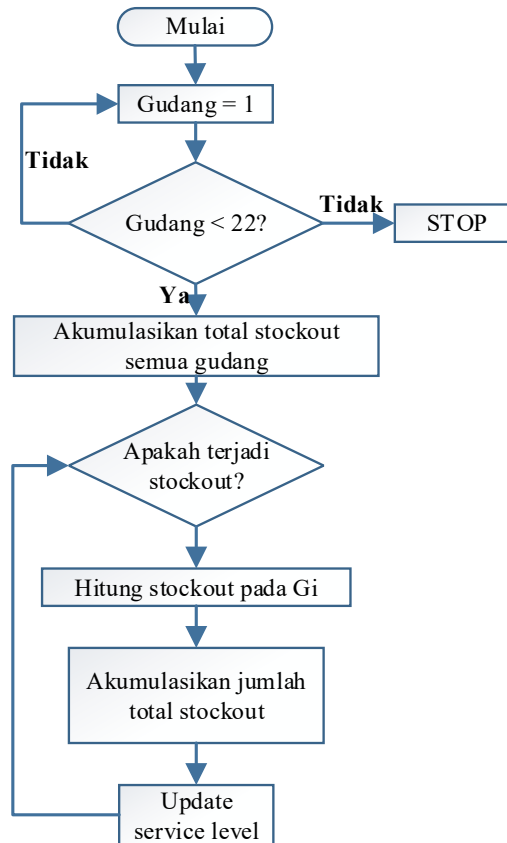


Gambar 3.5 Model Konseptual *Updater* Persediaan Gudang Regional

4. Pembaharuan/ *Update Service Level*

Update service level dilakukan secara terus menerus ketika terjadi *stockout*. Untuk melakukan perbaharuan *service level* maka dilakukan terlebih

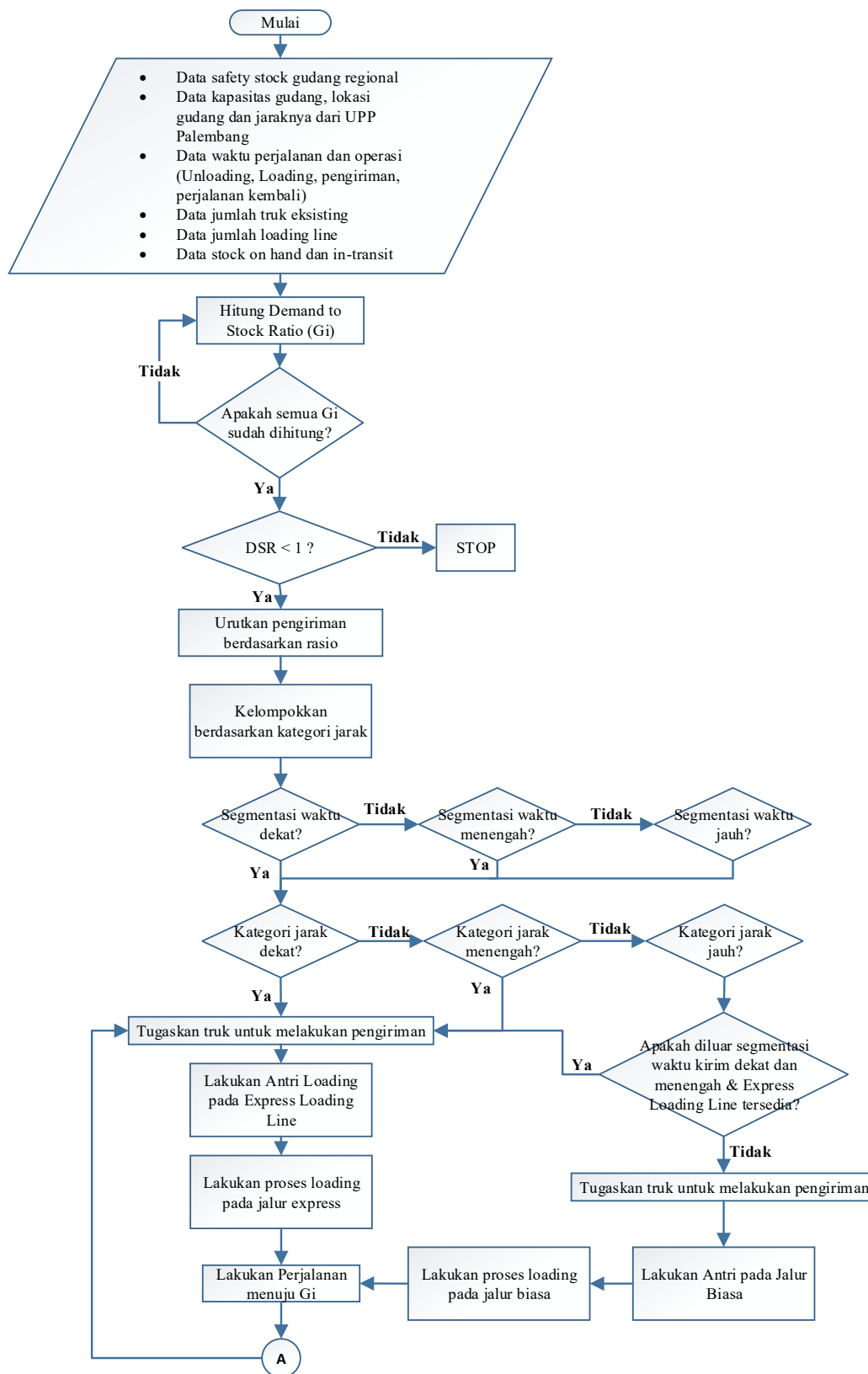
dahulu perhitungan akumulasi *stockout* yang terjadi setiap terjadinya *stockout*. *Update service level* dilakukan untuk mengetahui seberapa kemampuan dari perusahaan untuk melakukan pemenuhan permintaan konsumen.



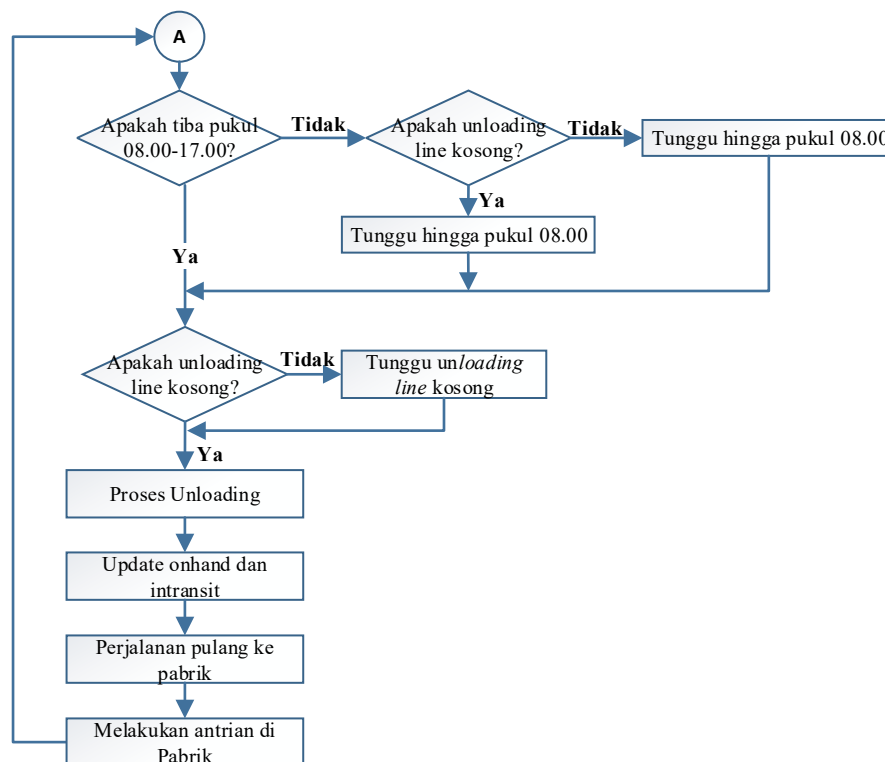
Gambar 3.6 Model Konseptual *Update Service Level* Gudang

3.4 Simulasi Proses Distribusi Pupuk Skenario Perbaikan

Pada penelitian ini dilakukan pengembangan model simulasi untuk scenario perbaikan yang akan diterapkan di objek amatan. Berikut merupakan model konseptual skenario perbaikan yang akan digunakan dalam mengembangkan model simulasi di *software* ARENA.



Gambar 3.7 Model Konseptual Skenario Perbaikan Sistem Distribusi



Gambar 3.7 Model Konseptual Skenario Perbaikan Sistem Distribusi (Lanjutan)

Pada kondisi eksisting sistem distribusi pupuk terdapat beberapa kekurangan yang akan dioptimalkan dengan menerapkan beberapa skenario perbaikan. Skenario perbaikan yang akan diterapkan pada penelitian ini antara lain yaitu :

1. *Stock to Demand Ratio (SDR)*

Pada kondisi eksisting, trigger pengiriman yang dilakukan oleh perusahaan masih terjadi secara acak dan hanya mempertimbangkan selisih antara safety stock dengan jumlah *on-hand* yang dimiliki gudang. Kebijakan ini kurang optimal apabila diterapkan karena tidak mempertimbangkan beberapa aspek seperti *inventory in-transit*, rata-rata rilis harian yang ada di gudang regional. Salah satu metode yang dapat diterapkan untuk mengoptimalkan kebijakan ini yaitu dengan menerapkan *stock to demand ratio*.

SDR merupakan metode yang dapat menggambarkan *criticality* dari suatu pengiriman yang dilakukan berdasarkan pertimbangan dari

kemampuan gudang dalam memenuhi permintaan hariannya. Metode ini secara umum membandingkan antara jumlah persediaan yang dimiliki yaitu jumlah persediaan digudang dan persediaan *in-transit* terhadap rata-rata permintaan gudang selama lama waktu pengiriman.

2. Segmentasi Waktu Kirim

Skenario ini merupakan skenario kebijakan yang menerapkan perilaku yang berbeda untuk masing-masing kategori gudang. Pada penelitian ini dibagi menjadi tiga kategori pengiriman yaitu jarak dekat, menengah, dan jauh. Pembagian segmentasi waktu kirim ini berdasarkan ketidakpastian selama proses pengiriman pupuk. Semakin jauh jarak pengiriman yang dilakukan maka ketidakpastian yang akan terjadi semakin tinggi sehingga untuk meminimalisir terjadinya ketidakpastiaan seperti kondisi truk yang tiba di gudang diluar *time windows* sehingga truk harus menunggu untuk melakukan aktivitas *unloading* maka perlu diterapkan kebijakan ini pada sistem distribusi.

3. *Dedicated Express Loading Line*

Skenario ini merupakan skenario yang membagi *loading line* menjadi *dedicated* dan *undedicated* yang akan diterapkan pada pengiriman jarak dekat dan jarak menengah. Penerapan skenario ini bertujuan untuk meminimasi *cycle time*. Hal ini disebabkan oleh lamanya waktu mengantri truk untuk melakukan proses *loading* di pabrik yang berdampak pada meningkatnya *cycle time* pengiriman per ritase.

3.5 Uji Verifikasi dan Validasi

Verifikasi merupakan tahapan pemeriksaan keseluruhan ekspresi yang ada pada model untuk meyakinkan bahwa ekspresi-ekspresi tersebut menggambarkan hubungan yang sesuai secara logika. Verifikasi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan melakukan pengamatan aliran entitas pada simulasi atau melihat apakah terjadi *error* atau tidak pada model simulasi. Selain itu, verifikasi yang dilakukan yaitu mengamati *coding* dan rumusan yang dimasukkan ke dalam model dengan mengubah parameter-parameter tertentu kemudian mengamati kesesuaian *output* dari sistem dan perilaku dari sistem. Validasi merupakan proses

untuk mengetahui apakah model yang dibuat merepresentasikan kondisi nyata atau tidak. Proses validasi dilakukan dengan membandingkan antara keluaran hasil simulasi dengan data eksisting dan kesesuaian perilaku model simulasi terhadap kondisi nyata.

3.6 Pengolahan Hasil Simulasi Proses Distribusi Pupuk

Setelah dilakukan simulasi proses distribusi pupuk maka dapat diperoleh beberapa *output*. *Output* tersebut lalu diolah agar diperoleh komponen-komponen yang akan digunakan sebagai perbandingan dengan kondisi eksisting.

1. Perhitungan Waktu Siklus Truk

Waktu siklus truk merupakan waktu yang dibutuhkan untuk truk melakukan proses sekali pengiriman dari truk mulai di *assign* untuk melakukan pengiriman hingga truk kembali ke lokasi asal. Waktu siklus truk yang akan diamati yaitu siklus truk dari pabrik ke gudang regional. Komponen waktu yang berpengaruh terhadap waktu siklus yaitu waktu tunggu *loading*, waktu *loading*, waktu perjalanan truk menuju lokasi tujuan, waktu truk menunggu waktu buka, waktu truk menunggu kapasitas, waktu *unloading*, dan waktu truk kembali ke pabrik..

2. Perhitungan Jumlah Kebutuhan Truk

Perhitungan jumlah kebutuhan truk akan dipengaruhi oleh skenario perbaikan yang dilakukan yaitu *dedicated loading line* dan segmentasi waktu kirim, maka akan memungkinkan terjadinya pengurangan atau penambahan jumlah kebutuhan truk yang akan mempengaruhi kemampuan perusahaan untuk melakukan proses pengiriman pupuk ke masing-masing gudang regional dikarenakan availibilitas dari truk yang berada di pabrik. Hal ini juga dipengaruhi oleh tingkat permintaan pupuk yang fluktuatif sehingga kebutuhan truk untuk masing-masing musim memiliki perbedaan.

3. Perhitungan Utilitas Truk

Perhitungan utilitas truk bertujuan untuk membandingkan utilitas truk pada masing-masing bulan. Perhitungan ini dilakukan karena permintaan pupuk yang fluktuatif pada periode tertentu sehingga utilitas akan rendah dan tinggi pada

periode tertentu. Perubahan jumlah truk yang digunakan akan berpengaruh terhadap utilitas truk tersebut.

4. Perhitungan *Service Level*

Perhitungan *service level* dilakukan dengan mengurangi jumlah rilis di gudang terhadap akumulasi *stockout* yang terjadi lalu dibagi terhadap jumlah dari total rilis. Perhitungan ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan perusahaan dalam memenuhi permintaan dari konsumen dengan jumlah truk yang tersedia. Perhitungan *service level* dilakukan dengan menggunakan :

$$Fillrate = 1 - \frac{Total\ Stockout}{Total\ Release} \dots\dots\dots (3.1)$$

3.7 Analisis dan Interpretasi

Pada tahapan ini akan dilakukan analisis dan interpretasi terhadap hasil yang diperoleh dari simulasi pengiriman eksisting dan skenario perbaikan

1. Analisis Perbandingan Waktu Siklus Truk

Analisis perbandingan waktu siklus truk dilakukan untuk mengetahui perbedaan waktu siklus truk hasil simulasi skenario perbaikan terhadap kondisi eksisting. Sehingga dari perbandingan tersebut dapat diketahui pengaruh dari penerapan skenario perbaikan terhadap waktu siklus truk dan dapat dianalisis hal-hal yang menyebabkan terjadinya perbedaan hasil.

2. Analisis Perbandingan Jumlah Truk

Analisi perbandingan jumlah truk dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari penerapan skenario perbaikan terhadap jumlah truk yang dibutuhkan. Perbandingan akan dilakukan terhadap sistem distribusi eksisting perusahaan.

3. Analisis Perbandingan *Service Level*

Analisis perbandingan *service level* dilakukan untuk mengetahui apakah kebijakan penetapan *dedicated loading line* dan penetapan waktu kirim memberikan pengaruh pada *service level* dari perusahaan. Perbandingan akan dilakukan terhadap kondisi eksisting.

4. Analisis Perbandingan Utilitas Truk

Analisis perbandingan utilitas truk dilakukan untuk mengetahui utilitas penggunaan truk selama satu tahun. Perbedaan akan terlihat pada periode tertentu dikarenakan permintaan pupuk yang fluktuatif dan dipengaruhi oleh kebijakan yang berlaku di perusahaan.

5. Analisis Pemilihan *Output* Simulasi Skenario Perbaikan

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui skenario terbaik yang memiliki performansi terbaik untuk diterapkan di perusahaan. Pertimbangan yang digunakan pada analisis ini yaitu preferensi dari perusahaan.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 4

PENGOLAHAN INPUT DAN PENGEMBANGAN MODEL

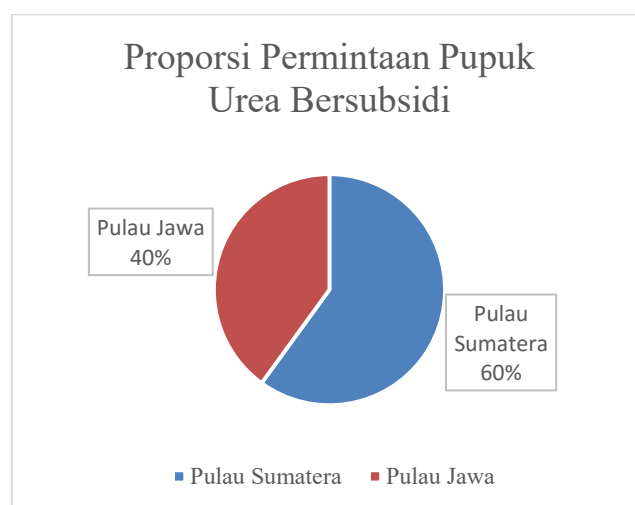
Pada bab ini akan dilakukan pengolahan input yang dibutuhkan dalam pengerjaan tugas akhir dan pengembangan model simulasi sistem distribusi pupuk ekstisting dan simulasi sistem distribusi perbaikan.

4.1 Pengolahan Input

Pada tahap ini akan dilakukan pengumpulan data-data yang dibutuhkan sebagai penunjang pengerjaan tugas akhir ini. Pengumpulan data pada penelitian tugas akhir ini dilakukan dengan penghimpunan data sekunder dari SAP yang dimiliki perusahaan.

4.1.1 Pembagian Wilayah Pengamatan

Wilayah yang akan diamati pada penelitian tugas akhir ini adalah wilayah distribusi perusahaan di Pulau Sumatera karena berdasarkan data yang dimiliki perusahaan, daerah penjualan di Pulau Sumatera memiliki tingkat permintaan yang lebih tinggi untuk pupuk urea bersubsidi. Hal ini juga didukung oleh semakin berkurangnya daerah tanggung jawab perusahaan di Pulau Jawa dikarenakan pengalihan yang dilakukan oleh Pupuk Indonesia *Holding Company*.



Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Rata-rata Rilis Bulanan

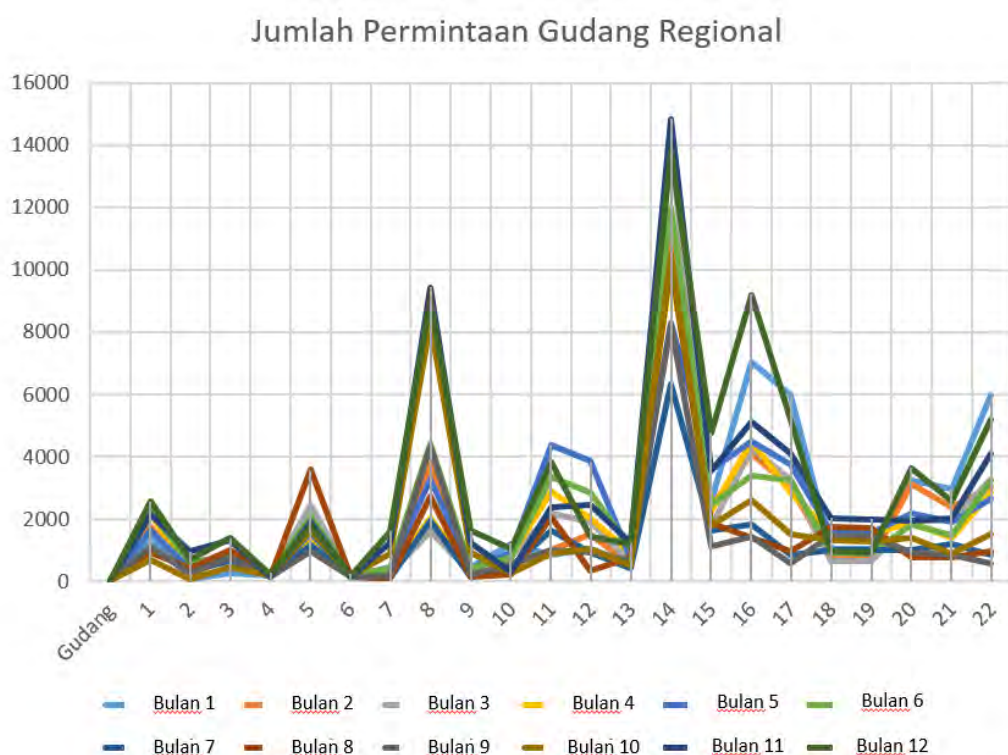
Pada area tanggung jawab di Pulau Sumatera terdapat 22 gudang regional yang dimiliki oleh perusahaan dalam proses distribusi pupuk urea bersubsidi. Gudang tersebut berlokasi di Provinsi Jambi, Bengkulu, Bandar Lampung, dan Sumatera Selatan. Macam-macam gudang dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Macam-macam Gudang Regional Perusahaan di Pulau Sumatera

Provinsi	Gudang
Jambi	GPP Jambi
	Gd Hasim/Tl Bakung
	BGR Bangko (Merangin)
Bengkulu	Arga Makmur
	GPP Bengkulu
	Gd Kaur
Sumatera Selatan	Gd Perintis
	GPP Palembang
	OS ex Gd. Bagor (3 Ilir)
	GPP Lubuk Linggau
	GPP Martapura
	Gud. Belitang Martapura
	BGR Lahat
Bandar Lampung	Gd Padimas
	GPP Pringsewu
	GPP Tegineneng
	Gd. Bandar Jaya
	GPP Kalibalangan
	GPP Sekincau
	HMR Lampung Tengah
	Gd. Way Jepara
	Gd. BGR Mesuji

4.1.2 Pengolahan Data Permintaan

Pengolahan data permintaan gudang regional dilakukan untuk mengumpulkan data-data yang dibutuhkan sebagai data pendukung dalam proses pengolahan data dari masing-masing gudang regional. Pada tahapan ini diperoleh data permintaan yang terdapat pada masing-masing gudang regional yang nantinya akan digunakan sebagai input pada model simulasi. Pada gambar 4.2 dapat dilihat *trend* permintaan pada masing-masing gudang untuk setiap bulannya.



Gambar 4.2 Grafik Rata-Rata Rilis Harian Pupuk Urea Bersubsidi di Gudang Regional

Keterangan :

1 = GPP Jambi	2 = Tulang Bakung	3 = BGR Merangin	4 = Arga Makmur
5 = GPP Bengkulu	6 = Gd. Kaur	7 = Gd. Perintis	8 = GPP Palembang
9 = Gd. 3 Ilir	10 = Lubuk Linggau	11 = GPP Martapura	12 = Gd. Belitang
13 = BGR Lahat	14 = Gd. Padimas	15 = GPP Pringsewu	16 = GPP Tegineneng
17 = Gd. Bandar Jaya	18 = Kalibalangan	19 = GPP Sekincau	20 = HMR Lampteng
21 = Gd. Way Jepara	22 = Gd. BGR Mesuji		

Pada gambar 4.2 secara menyeluruh terlihat bahwa untuk masing-masing gudang memiliki pola permintaan yang kurang lebih menyerupai. Perbedaan pada

pola permintaan dipengaruhi oleh kapasitas tampung dari gudang tersebut. Dapat dilihat bahwa permintaan tertinggi terdapat pada gudang 14 yaitu gudang padimas. Hal ini dikarenakan kapasitas gudang padimas memiliki kapasitas yang mencapai 17.800 ton.

(Sumarno, 2016) menyatakan bahwa musim tanam terbagi menjadi tiga yaitu musim tanam utama, tanam gadu, dan tanam kemarau. Pada tabel 4.2 dapat dilihat pembagian musim tanam.

Tabel 4.2 Pembagian Musim Tanam Menurut Sumarno, 2016

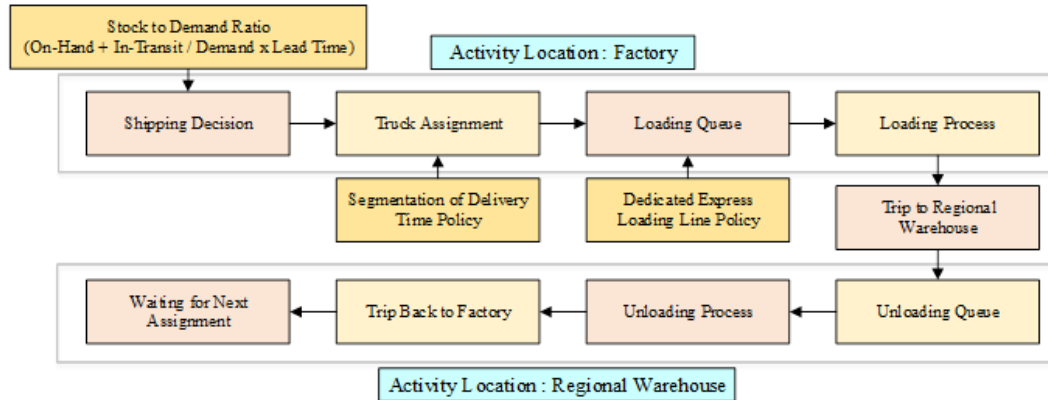
Periode tanam	Bulan Tanam	Bulan Panen
Tanam Utama	Nopember	Februari
	Desember	Maret
	Januari	April
	Februari	Mei
	Maret	Juni
Tanam Gadu	April	Juli
	Mei	Agustus
	Juni	September
	Juli	Oktober
Tanam Kemarau	Agustus	Nopember
	September	Desember
	Oktober	Januari

Pada musim ini terjadi musim hujan sehingga petani dengan mudah untuk mengairi sawah untuk melakukan proses tanam. Pada pola data tersebut terlihat bahwa permintaan yang sangat tinggi terjadi pada saat musim tanam dan 2 bulan sebelum pelaksanaan musim tanam. Hal ini tentu berhubungan dengan pengaruh dari musim tanam terhadap pola permintaan pada masing-masing gudang regional. Grafik 4.2 menunjukkan jumlah permintaan yang cukup signifikan antara musim tanam utama, musim tanam gadu, dan musim tanam kemarau.

4.2 Pembangunan Simulasi Kebijakan Eksisting dan Perbaikan

Pembangunan simulasi kebijakan eksisting merupakan pembangunan simulasi yang menirukan sistem distribusi pupuk pada kondisi nyata. Pada penelitian ini, sistem distribusi pupuk yang disimulasikan merupakan sistem pengiriman pada area distribusi di Pulau Sumatera. Pada PT. X sistem distribusi

pupuk secara umum dilakukan berdasarkan tahapan yang terdapat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Sistem Distribusi Pupuk di PT. X

Pada pembangunan simulasi eksisting ini, simulasi dilakukan dengan menggunakan *software* ARENA 14. Waktu simulasi dilakukan selama satu tahun sesuai dengan periode data historis yang digunakan bertujuan untuk menangkap pola permintaan yang berbeda-beda pada setiap bulannya. Satu hari simulasi terdiri dari 24 jam, hari kerja perusahaan dan gudang regional pada simulasi ini mulai dari hari senin hingga hari jumat. *Warm-up periode* pada simulasi eksisting ini yaitu selama 7 hari.

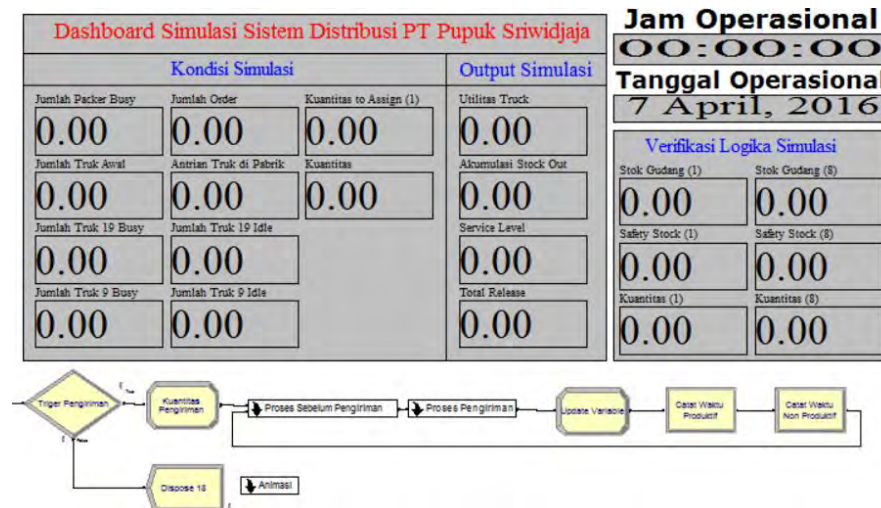
Pada skenario perbaikan, diterapkan kebijakan baru untuk memperbaiki permasalahan yang terdapat pada sistem distribusi kondisi eksisting. Tujuan utama dari model simulasi perbaikan yaitu untuk memperoleh performansi terbaik yang akan diterapkan oleh perusahaan. Secara umum tahapan yang terdapat pada proses simulasi skenario perbaikan adalah sebagai berikut :

- (1) Siklus dimulai dengan menugaskan truk awal untuk melakukan pengiriman dengan menggunakan modul warm up. Setelah truk awal digunakan seluruhnya, selanjutnya penugasan akan dimulai melalui sistem distribusi sesungguhnya. Truk yang telah melakukan antrian dan kembali ke pabrik akan mengikuti teori antrian FIFO (First in First Out). Semua order yang dikeluarkan pertama-tama akan ditahan oleh modul hold hingga menunggu ketersediaan truk dan syarat pengiriman terpenuhi. Syarat pengiriman yang dimaksud yaitu segmentasi waktu

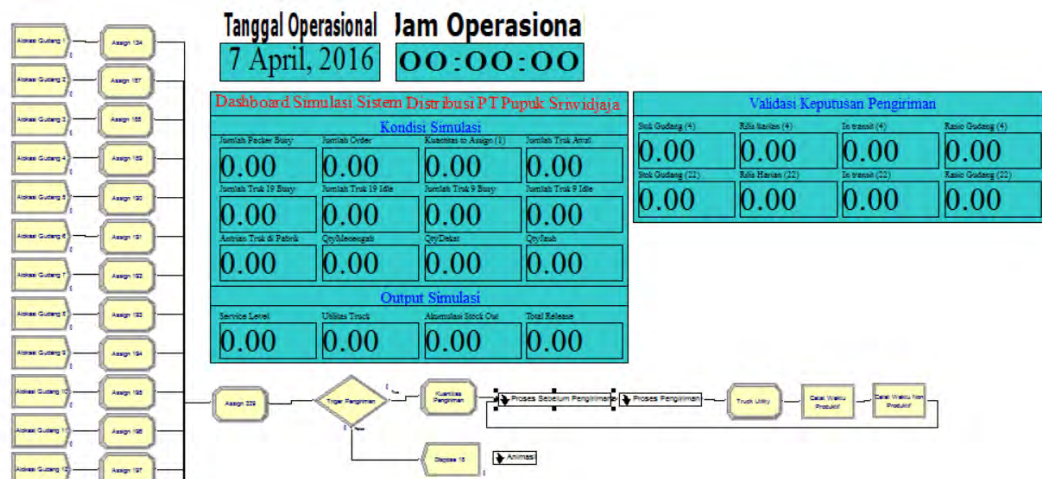
pengiriman. Ketika syarat tersebut telah terpenuhi maka modul signal akan melepaskan order untuk diproses dan ditugaskan ke truk yang tersedia.

- (2) Truk yang telah menerima penugasan selanjutnya akan melakukan antri loading. Antri loading dibagi menjadi dua kategori yaitu *dedicated* dan *undedicated*. Sebelum masuk ke proses loading, truk akan melalui modul pengecekan kategori dimana apabila truk termasuk kategori pengiriman dekat atau menengah maka akan menggunakan *dedicated loading line* namun selain kedua kategori tersebut akan menggunakan *undedicated loading line*.
- (3) Truk yang telah melalui proses loading akan keluar dari pabrik dan melakukan pengiriman ke tujuan yang telah ditentukan. Waktu pengiriman ke masing-masing gudang bervariasi sehingga memiliki distribusi pengiriman tersendiri. Truk yang telah keluar dari pabrik akan terhitung sebagai in-transit inventory.
- (4) Setelah tiba di tujuan, terdapat modul pengecekan kondisi dimana syarat yang terdapat pada modul tersebut adalah truk hanya dapat melakukan proses unloading ketika waktu operasional gudang. Apabila truk tiba diluar waktu operasional, maka harus menunggu. Apabila kondisi telah terpenuhi maka akan dilakukan pengecekan selanjutnya yaitu apakah terdapat truk sebelumnya yang sedang melakukan proses unloading.
- (5) Permintaan yang masuk ke gudang regional akan mengurangi jumlah persediaan gudang secara otomatis oleh modul on-hand. Apabila jumlah persediaan tidak dapat memenuhi permintaan yang masuk, maka sisa permintaan yang tidak terpenuhi akan terhitung sebagai stockout.
- (6) Setelah melakukan proses unloading, maka truk akan melakukan perjalanan kembali menuju pabrik dan menunggu penugasan selanjutnya.

Setelah memperoleh data *input* untuk model simulasi, maka dapat dilakukan simulasi kondisi eksisting perusahaan sesuai dengan kebijakan kondisi riil perusahaan.



Gambar 4.4 Model Utama Sistem Distribusi Pupuk Eksisting



Gambar 4.5 Model Utama Simulasi Skenario Perbaikan

4.2.1 Model Simulasi Sistem Distribusi

Model simulasi kondisi eksisting merupakan model yang menggambarkan keseluruhan kegiatan pengiriman mulai dari pembangunan perintah pengiriman hingga truk yang diperintahkan kembali ke pabrik. Model simulasi kondisi eksisting terdiri dari beberapa tahap yaitu :

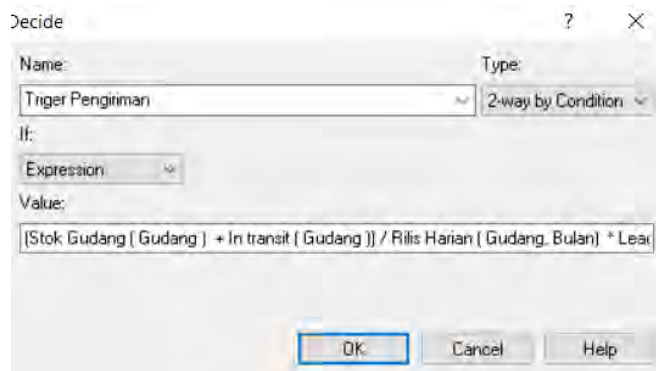
1. Penentuan Keputusan Pengiriman

Penentuan keputusan pengiriman merupakan kegiatan awal yang harus dilakukan sebelum memerintahkan truk untuk melakukan pengiriman. Pada model simulasi ini dilakukan pengiriman ke 22 gudang regional di Pulau Sumatera. Keputusan pengiriman dilakukan dengan menghitung selisih persediaan antara gudang regional dan *safety stock* tanpa mempertimbangkan rata-rata permintaan yang masuk di gudang regional.

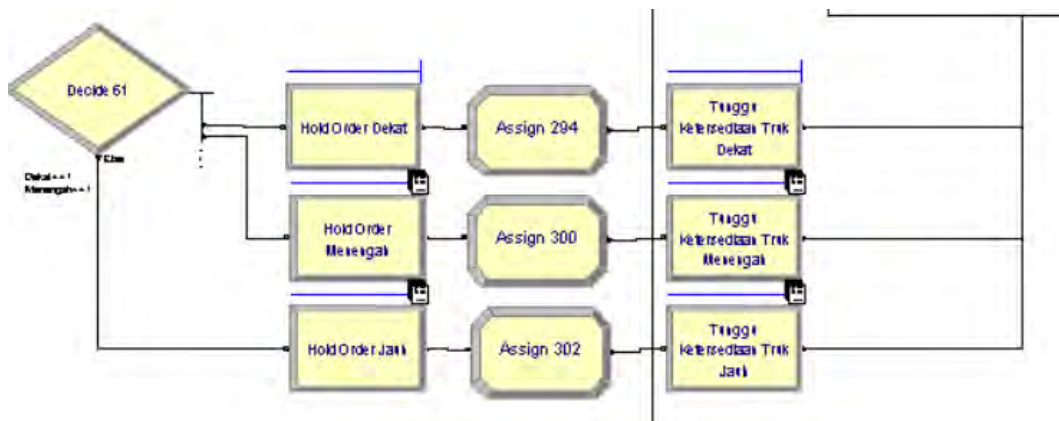


Gambar 4.6 Keputusan Pengiriman Kondisi Eksisting

Pada gambar 4.6 dapat dilihat trigger pengiriman yang digunakan pada kondisi eksisting. Pengiriman menuju gudang regional dapat dilakukan lebih dari sekali dalam satu harinya. Penentuan prioritas pengiriman dilakukan secara urut berdasarkan permintaan yang masuk dari masing-masing gudang.



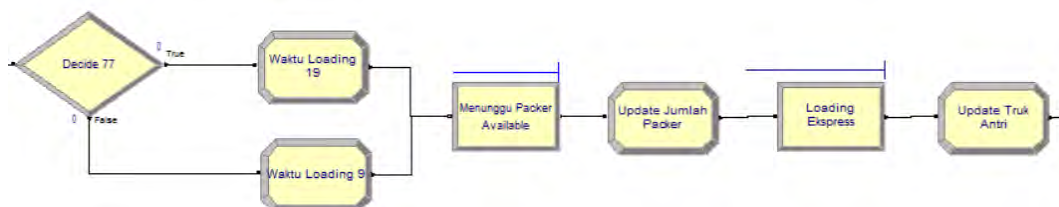
Gambar 4.7 Keputusan Pengiriman Skenario Perbaikan



Gambar 4.8 Model Simulasi Syarat Pengiriman Skenario Perbaikan

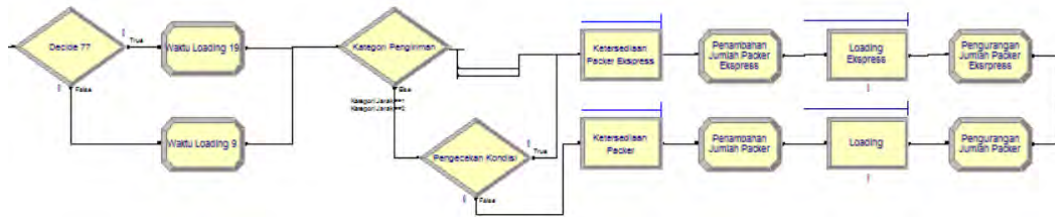
2. Proses Antri *Loading* dan Proses *Loading*

Setelah penentuan keputusan pengiriman, maka truk akan diperintahkan untuk melakukan proses pengiriman menuju gudang regional yang telah ditentukan. Sebelum melakukan proses pengiriman maka truk akan melalui proses loading terlebih dahulu. Pada proses ini akan terjadi kemungkinan adanya proses antri *loading*. Proses antri *loading* terjadi karena kondisi *loading line* yang masih penuh namun sudah terdapat truk yang menunggu untuk melakukan proses *loading*.



Gambar 4.9 Model Simulasi Proses *Loading* Kondisi Eksisting

Gambar 4.9 merupakan model simulasi proses *loading* pada kondisi eksisting. Proses *loading* di pabrik dilayani oleh 12 *loading line*. Waktu proses *loading* untuk truk berkapasitas 19 mengikuti distribusi *triangular* dengan nilai *minimum* 26,5 menit, *most likely* 30 menit, dan nilai maksimum 33,7 menit (TRIA(26.5,30,33.7)). Sedangkan, untuk truk berkapasitas 9 mengikuti distribusi *triangular* dengan nilai *minimum* 12,6 menit, *most likely* 17,2 menit, dan nilai maksimum 19,7 menit (TRIA(12.6,17.2,19.7)).



Gambar 4.10 Model Simulasi Proses Loading Skenario Perbaikan

Gambar 4.10 merupakan model simulasi proses *loading* pada skenario perbaikan. Perbedaan yang terdapat pada skenario perbaikan yaitu diterapkannya skenario segmentasi waktu kirim dan *express loading line* pada proses *loading* seperti yang telah dijelaskan pada bab 3.4.

3. Pengiriman ke Gudang Regional, Proses Menunggu *Time Windows*, Proses Antri *Unloading* di Gudang Regional.

Setelah truk selesai melakukan proses *loading*, maka selanjutnya truk akan melakukan pengiriman menuju tujuan yang telah ditentukan. Waktu pengiriman untuk masing-masing tujuan berbeda, hal ini dipengaruhi oleh jarak tempuh dan kondisi jalan. Setelah truk tiba di tujuan maka harus dipastikan terlebih dahulu apakah gudang regional sedang beroperasi atau tidak. Apabila sedang tidak dalam waktu operasi maka truk harus menunggu hingga waktu operasi yaitu pada hari senin hingga jumat pada pukul 08.00 WIB s/d 17.00 WIB. Lalu apabila sudah pada waktu operasi maka harus dipastikan terlebih dahulu bahwa tersedia *unloading line* untuk melakukan proses bongkar dan tidak terdapat lagi antrian / truk yang telah tiba terlebih dahulu.

Untuk proses pengiriman menuju gudang regional hingga proses antri unloading tidak memiliki perbedaan antara model simulasi eksisting dan skenario perbaikan. Gambar 4.11 merupakan model simulasi pengiriman ke gudang regional hingga proses antri *unloading* pada kondisi eksisting dan skenario perbaikan.

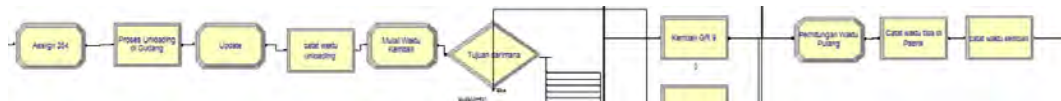


Gambar 4.11 Model Simulasi Pengiriman ke Gudang Regional – Proses Antri *Unloading*

4. Proses *Unloading* dan Perjalanan Kembali ke Pabrik

Proses *unloading* dilakukan pada waktu operasi gudang regional setiap hari kerja. Proses *unloading* disesuaikan dengan jumlah *unloading line* yang ada di gudang regional. Kecepatan *unloading* pada masing-masing gudang regional berbeda-beda, hal ini dipengaruhi oleh jumlah buruh yang berbeda-beda pada setiap gudangnya. Apabila proses *unloading* sudah diselesaikan maka akan dilakukan *update* persediaan. Setelah proses *unloading* dilakukan maka truk kosong akan kembali ke pabrik untuk menunggu perintah pengiriman selanjutnya.

Untuk proses *unloading* hingga perjalanan kembali menuju pabrik tidak memiliki perbedaan antara model simulasi eksisting dan skenario perbaikan.

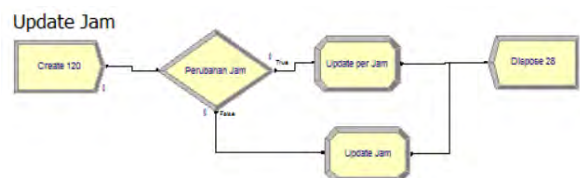


Gambar 4.12 Model Simulasi Proses *Unloading* dan Perjalanan Kembali ke Pabrik

Untuk proses *unloading* hingga perjalanan menuju pabrik tidak memiliki perbedaan antara model simulasi eksisting dan skenario perbaikan. Gambar 4.12 merupakan model simulasi proses *unloading* hingga perjalanan kembali menuju pabrik.

4.2.2 *Updater Waktu dan Hari Kerja*

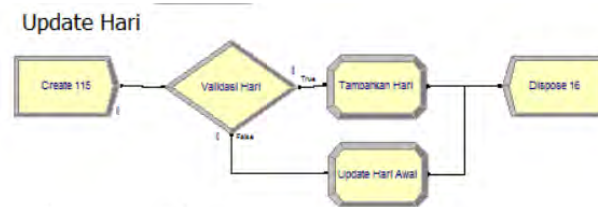
Pembaharuan waktu dan hari kerja dilakukan untuk memastikan simulasi yang dilakukan sesuai dengan kondisi jam dan hari kerja pada kondisi eksisting. Pembaharuan waktu dilakukan setelah waktu mencapai jam ke-24 pada model simulasi, apabila telah mencapai jam ke-24 maka variabel jam akan diperbaharui kembali pada jam ke-1.



Gambar 4.13 Model Simulasi *Updater Jam*

Sedangkan untuk pembaharuan hari kerja, maka dilakukan pembaharuan untuk meyakinkan bahwa hari kerja setiap gudang regional mulai dari hari senin

hingga jumat. Hari kerja dimulai dari hari *valid* 1 sampai hari *valid* 5. Apabila hari *valid* sudah lebih dari 6 maka hari *valid* akan diperbaharui menjadi hari *valid* 1.



Gambar 4.14 Model Simulasi *Updater* Hari

Untuk proses *updater* jam dan hari tidak memiliki perbedaan antara model simulasi eksisting dan skenario perbaikan.

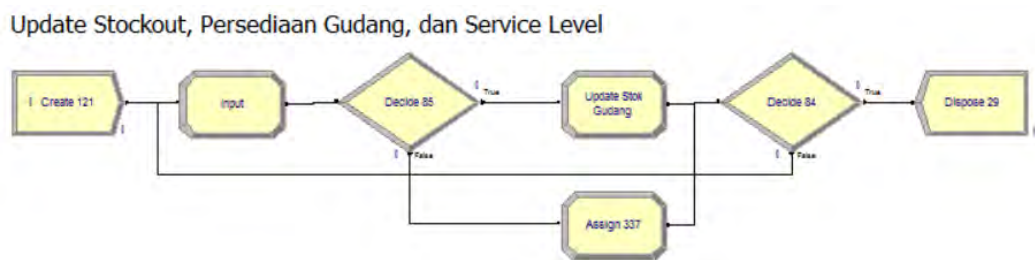
4.2.3 *Update Onhand*

Pembaharuan *onhand* dilakukan untuk memperbaharui jumlah persediaan yang dimiliki oleh masing-masing gudang regional. Pada penelitian ini, persediaan akan berkurang sebesar jumlah permintaan harian yang masuk dari distributor. Tingkat permintaan pada masing-masing bulan akan berubah mengikuti pola data historis yang dimiliki oleh perusahaan. Sehingga, setiap hari persediaan akan berkurang sejumlah permintaan harian. Pembaharuan pengurangan persediaan dilakukan satu kali dalam satu hari. Pengurangan persediaan berpengaruh pada kondisi *stockout* yang dapat terjadi. *Stockout* akan terjadi ketika *onhand* yang dimiliki kurang dari permintaan yang masuk. Sehingga, setiap terjadi *stockout* maka akan diakumulasikan.

Namun, untuk pembaharuan penambahan persediaan dilakukan setelah proses bongkar selesai dilakukan. Penambahan dan pengurangan persediaan akan mempengaruhi jumlah persediaan yang dimiliki oleh gudang untuk memenuhi permintaan yang masuk. Untuk model simulasi *updater stockout*, persediaan gudang, dan *service level* dan hari tidak memiliki perbedaan antara model simulasi eksisting dan skenario perbaikan.

4.2.4 Perhitungan *Service Level*

Service level gudang regional akan dihitung setiap hari di akhir hari. *Service level* dihitung dengan menggunakan pendekatan *fill rate* seperti rumus (3.1). Untuk menghitung nilai *service level*, maka dilakukan terlebih dahulu penjumlahan *stockout* yang terjadi. Lalu, setelah diketahui jumlah akumulasi *stockout* yang terjadi, maka akan dilakukan perhitungan *service level* perusahaan dalam memenuhi keseluruhan permintaan. *Service level* akan di perbaharui ketika terjadi *stockout* pada masing-masing gudang. Model simulasi *service level*



Gambar 4.15 Model Simulasi *Updater Stockout*, Persediaan Gudang, dan *Service Level*

4.3 Verifikasi dan Validasi Model Simulasi Kebijakan Eksisting

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai teknik verifikasi dan validasi dari model simulasi kebijakan eksisting. Verifikasi dilakukan untuk memastikan bahwa model simulasi yang dibuat sesuai dengan logika yang diinginkan pembuat model. Validasi dilakukan untuk mengetahui apakah model simulasi sudah sesuai dengan kondisi nyata.

4.3.1 Verifikasi Model Simulasi

Verifikasi dilakukan dengan tujuan untuk memastikan model simulasi berjalan sesuai dengan logika sehingga dapat menghasilkan *output* sesuai dengan harapan, serta mengecek apakah kode atau ekspresi yang dimasukkan kedalam model sesuai dengan logika sehingga simulasi dapat meniru perilaku sistem dengan benar. Terdapat beberapa teknik verifikasi yang dapat dilakukan, pada tugas akhir ini verifikasi dilakukan dengan menggunakan fasilitas *trace and debug*, dan verifikasi untuk memastikan kode dan ekspresi yang dimasukkan kedalam model sudah sesuai dan logis.

perhitungan manual. Dimana, komponen yang digunakan pada rumus rasio ini yaitu

$$\text{Kuantitas Pengiriman} = \text{Safety Stock Gudang (i)} - \text{On Hand Gudang(i)} \dots \dots (4.1)$$

Berikut merupakan proses verifikasi rasio pengiriman pada simulasi model eksisting.

Stock Gudang (8)	Safety Stock (8)	Kuantitas Pengiriman
2995.32	5524.00	2528.68

Gambar 4.17 Verifikasi Hasil Perhitungan Kuantitas Pengiriman Kondisi Eksisting

Berdasarkan Gambar 4.18 dapat diketahui kuantitas pengiriman yang dihasilkan dari simulasi model eksisting yang sudah dilakukan. Contoh perhitungan kuantitas pada Gambar 4.7 diatas merupakan contoh perhitungan kuantitas yang harus dikirimkan ke gudang regional (8). Dari hasil yang diperoleh dapat dilihat bahwa *stock* gudang pada kondisi saat ini sebesar 2995.32 ton dengan ketentuan *safety stock* gudang 8 sebesar 5524 ton maka kuantitas yang harus dikirimkan yaitu sebesar 2528.68 ton.. Nilai perhitungan manual yang dilakukan menghasilkan jumlah kuantitas yang sama dengan simulasi *software*. Sehingga dapat dikatakan bahwa mekanisme perhitungan rasio pada simulasi model eksisting sudah terverifikasi.

Validasi Keputusan Pengiriman			
Stok Gudang (4)	Rilis harian (4)	In transit (4)	Rasio Gudang (4)
162.00	5.40	0.00	120.00
Stok Gudang (22)	Rilis Harian (22)	In transit (22)	Rasio Gudang (22)
0.00	199.10	57.00	0.57

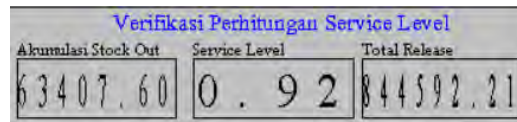
Gambar 4.18 Verifikasi Hasil Perhitungan Rasio Skenario Perbaikan

Sedangkan, untuk verifikasi rasio pengiriman pada model simulasi perbaikan dapat dilihat pada gambar 4.18. Contoh perhitungan rasio pada Gambar 4.18 merupakan contoh perhitungan rasio untuk pengiriman menuju gudang 4 dan 22. Pada kondisi yang terdapat di gudang 4 terlihat bahwa masih tersisa persediaan untuk memenuhi rata-rata permintaan per hari yang akan masuk ke gudang sehingga dapat dilihat bahwa rasio gudang > 1. Sedangkan, pada gudang

22 terlihat bahwa tidak terdapat persediaan yang tersisa di gudang. Persediaan yang tersedia hanya persediaan *in-transit* sebesar 57 ton sehingga pada kondisi tersebut rasio gudang < 1 . Nilai perhitungan manual yang dilakukan menghasilkan rasio sebesar 120 untuk gudang 4 dan 0.570 untuk gudang 22. Output yang dihasilkan pada model simulasi sama dengan perhitungan manual. Sehingga dapat dikatakan bahwa mekanisme perhitungan rasio dengan menggunakan metode *stock to demand ratio* pada simulasi model perbaikan sudah terverifikasi.

2. Verifikasi Kode dan Hasil Perhitungan *Service Level*

Pada tahap ini akan dilakukan verifikasi rumus dan hasil perhitungan *service level* dari perusahaan. Perhitungan *service level* yang digunakan merupakan pendekatan perhitungan nilai *fill rate*..



Akumulasi Stock Out	Service Level	Total Release
63407.60	0.92	844592.21

Gambar 4.19 Verifikasi *Service Level* Model Simulasi Eksisting

Gambar 4.19 merupakan contoh perhitungan *service level* dari *software*. Berdasarkan hasil pada Gambar 4.19, dapat diketahui bahwa terjadi *stockout* sebesar 63407 ton yang terjadi pada hari ketiga. Dengan menggunakan rumus (3.6) maka dapat diperoleh *service level* sebesar 92%. Nilai perhitungan *service level* manual diperoleh sebesar 92.4% sehingga apabila dibandingkan dengan *service level* hasil perhitungan *software* maka keduanya menghasilkan nilai yang sama. Sehingga, dapat diketahui bahwa rumus *service level* yang dimasukkan kedalam model simulasi eksisting sudah terverifikasi.



Kondisi Simulasi			
Jumlah Packer Busy	Jumlah Order	Kuantitas to Assign (1)	Jumlah Truk Avar
1.00	0.00	122.00	571.00
Jumlah Truk 19 Busy	Jumlah Truk 19 Idle	Jumlah Truk 9 Busy	Jumlah Truk 9 Idle
10.00	390.00	12.00	188.00
Antrian Truk di Pabrik	QtyMenengah	QtyDekat	QtyJauh
7.00	0.00	0.00	0.00
Output Simulasi			
Service Level	Utilitas Truk	Akumulasi Stock Out	Total Release
0.96	1.00	786.80	17033.01

Gambar 4.20 Verifikasi *Service Level* Model Simulasi Perbaikan

Pada model simulasi perbaikan digunakan perhitungan yang sama untuk memperoleh *service level*. Gambar 4.20 menunjukkan hasil perhitungan *service level* pada model simulasi perbaikan. Berdasarkan hasil pada Gambar 4.20, dapat diketahui bahwa terdapat akumulasi *stockout* sebesar 1573 ton dan total rilis sebesar 25549 ton. Maka berdasarkan kedua data tersebut diperoleh *service level* sebesar 96%. Nilai perhitungan *service level* yang diperoleh dengan menggunakan cara manual yaitu sebesar 95.5%. Perbedaan ini dikarenakan pada arena dilakukan pembulatan keatas. Sehingga, dapat diketahui bahwa rumus *service level* yang dimasukan kedalam model simulasi sudah terverifikasi.

4.3.1.3 Verifikasi Logika Berjalannya Simulasi

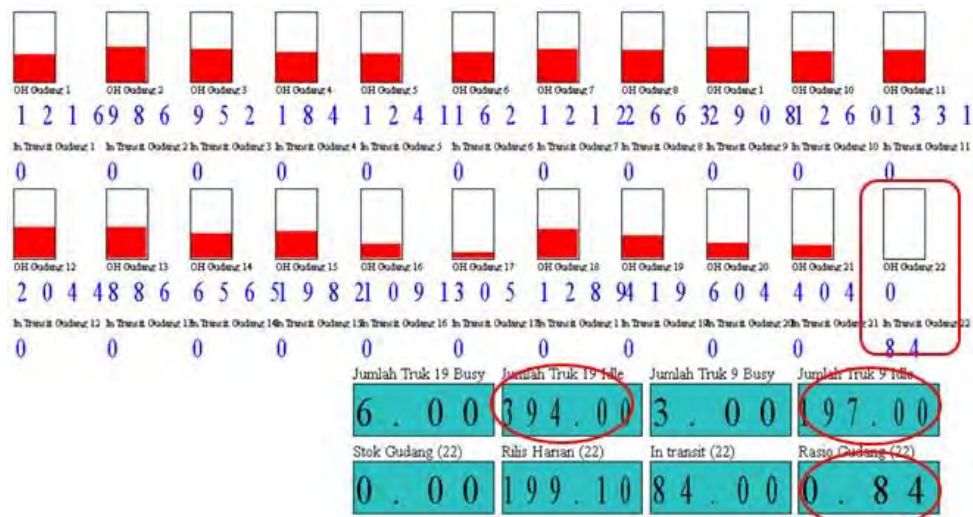
Verifikasi logika berjalannya simulasi dilakukan untuk memastikan logika-logika yang dimasukan didalam model simulasi yang merupakan peraturan atau ketentuan dalam proses pengiriman sudah sesuai dan logis. Terdapat beberapa ketentuan dalam melakukan perintah pengiriman yaitu ketersediaan truk dan kondisi dari persediaan di gudang. Pengiriman akan dilakukan ketika jumlah persediaan yang terdapat di gudang kurang dari ketentuan *safety stock* yang ada. Apabila salah satu ketentuan tidak terpenuhi maka pengiriman tidak akan dilakukan. Gambar 4.21 akan menunjukkan hasil simulasi model eksisting.

Dashboard Simulasi Sistem Distribusi PT Pupuk Sriwidjaja					
Kondisi Simulasi			Output Simulasi		
Jumlah Packer Busy	Jumlah Order	Kuantitas to Assign (1)	Utilitas Truk	Stok Gudang (1)	Stok Gudang (8)
1.00	0.00	2643.00	0.00	1405.20	2887.80
Jumlah Truk Awal	Antrian Truk di Pabrik	Kuantitas	Akumulasi Stock Out	Safety Stock (1)	Safety Stock (8)
383.00	0.00	2636.20	0.00	549.00	5524.00
Jumlah Truk 19 Busy	Jumlah Truk 19 Idle		Service Level	Kuantitas (1)	Kuantitas (8)
69.00	331.00		1.00	0.00	2636.20
Jumlah Truk 9 Busy	Jumlah Truk 9 Idle		Total Release		
148.00	52.00		1703.31		

Gambar 4.21 Verifikasi Logika Berjalannya Simulasi Kebijakan Eksisting

Berdasarkan Gambar 4.21 maka dapat diketahui bahwa pengiriman dilakukan karena truk masih tersedia dan pengiriman dilakukan menuju gudang 8 dikarenakan terdapat kekurangan pada kondisi persediaan yang dimiliki gudang, namun pada gudang 1 tidak dilakukan pengiriman karena kondisi persediaan masih berada di atas *safety stock* yang telah ditentukan. Pada kondisi ini juga

dapat dilihat bahwa kendaraan yang dibutuhkan untuk melakukan pengiriman masih tersedia. Sehingga dapat dikatakan mekanisme simulasi yang dimasukkan kedalam model sudah berjalan sesuai dengan yang diinginkan.



Gambar 4.22 Verifikasi Logika Simulasi pada Model Simulasi Perbaikan

Pada model simulasi perbaikan, ketentuan yang harus dipenuhi untuk menentukan keputusan pengiriman sama dengan model simulasi eksisting. Namun, terdapat perbedaan pada perhitungan kuantitas pengiriman. Berdasarkan hasil pada Gambar 4.22 maka dapat dikatakan bahwa model berjalan sesuai dengan logika. Kondisi persediaan gudang 22 yang kosong dengan *in-transit* sebesar 84 ton maka mengakibatkan rasio gudang 22 menjadi 0.84 dan pengiriman dari pabrik masih dapat dilakukan pengiriman karena masih ada truk yang tersedia.

4.3.2 Perhitungan Jumlah Replikasi Simulasi

Sebelum melakukan proses validasi perlu dilakukan penentuan jumlah replikasi simulasi. Proses ini bertujuan untuk melihat apakah hasil simulasi dengan 10 replikasi telah cukup untuk merepresentasikan kondisi aktual. Replikasi dilakukan agar data hasil simulasi dapat merepresentasikan populasi yang ada. Proses replikasi dilakukan dengan membangkitkan bilangan *random* yang berbeda. Oleh karena itu, untuk mengurangi variansi perbedaan hasil tiap replikasi, maka dibutuhkan jumlah replikasi yang sesuai.

Dalam menentukan jumlah replikasi yang dibutuhkan akan digunakan metode *absolute error*. Tingkat kepercayaan yang digunakan adalah 95%. Perhitungan jumlah replikasi akan menggunakan rumus

$$n' = \left\{ \frac{(Z_{\alpha/2} \times s)}{\beta} \right\}^2$$

$$hw = \left\{ \frac{(Z_{t_{n-1}, \alpha/2}) \times s}{\sqrt{10}} \right\}^2$$

Keterangan :

Hw = *Half width*

n = Jumlah replikasi (10 Replikasi)

n' = Jumlah replikasi hasil perhitungan

P = *Confidence level* = 95% = 0.95

α = *Significance level* = 1 – P = 0.05

$Z_{\alpha/2}$ = $Z_{0.025}$ = 1.96

\bar{x} = Rata-rata

s = Standar deviasi

β = *Half width*

Tabel 4.3 Perhitungan Jumlah Replikasi Model Simulasi Eksisting

Replikasi	<i>Service Level</i>	Replikasi	<i>Service Level</i>
1	78.4%	6	76.60%
2	79.60%	7	76.20%
3	79.20%	8	78.60%
4	79.40%	9	76.90%
5	77.60%	10	78.30%
<i>Mean</i>	0.7804	<i>Half width</i>	0.00910
<i>Standar Deviasi</i>	0.0127	Variansi	0.00014
Jumlah Replikasi		7.5213 ~ 8 Replikasi	

Dari perhitungan pada tabel 4.3 diperoleh jumlah minimal replikasi sebanyak 8 kali replikasi. Namun, running simulasi akan tetap selama 10 kali replikasi karena nilai yang disarankan dibawah jumlah replikasi awal.

4.3.3 Validasi Model Simulasi Eksisting

Validasi pada penelitian ini akan dilakukan dengan membandingkan antara jumlah realisasi pengiriman pupuk pada kondisi nyata yang diperoleh melalui data perusahaan dengan *output* dari simulasi dengan model eksisting. Untuk melakukan validasi, model eksisting disimulasikan dengan 30 replikasi. Masing-masing replikasi terdapat *warm-up* periode selama 7 hari dan waktu simulasi untuk satu replikasi yaitu selama 360 hari atau setara dengan 12 bulan. Jumlah permintaan pupuk dicatat dalam satuan tonase. karena keterbatasan data yang diperoleh dari perusahaan, maka *t-test* digunakan untuk validasi dengan asumsi *unequal variances*. Tingkat kepercayaan yang digunakan yaitu sebesar 95%. *T-test* yang dilakukan menggunakan Microsoft Excel, hasil dari *t-test* yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.4 *Statistical Significance T-test dengan Asumsi Unequal Variances*

t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances		
	543120.694	543065
Mean	543120.694	543110.5172
Variance	4.84019E-21	824.9014778
Observations	29	29
Hypothesized Mean Difference	0	
df	28	
t Stat	1.908127681	
P(T<=t) one-tail	0.033338472	
t Critical one-tail	1.701130934	
P(T<=t) two-tail	0.066676944	
t Critical two-tail	2.048407142	

Tujuan melakukan validasi adalah untuk mengetahui apakah model simulasi dapat dikatakan *valid* dengan membandingkan nilai *t-stat* dengan nilai *t-critical two tail*. Pada umumnya, apabila semua nilai *t-stat* berada pada rentang minus dari nilai *t-critical two tail* hingga nilai positif dari *t-critical two tail*, maka dapat dikatakan bahwa dengan tingkat kepercayaan 95%,

4.4 Hasil Simulasi Kondisi Eksisting

Setelah dilakukan simulasi proses distribusi pupuk kondisi eksisting maka akan diperoleh hasil sebagai *output* dari simulasi yang sudah dilakukan. Pada simulasi kondisi eksisting, waktu simulasi dilakukan selama 365 hari atau setara dengan 12 bulan. *Output* yang diperoleh dari simulasi dengan *software* ARENA dicatat langsung sebagai *output* simulasi pada Microsoft Excel. Berikut merupakan hasil simulasi dengan model simulasi eksisting.

4.4.1 *Service Level* dan Utilitas Truk

Pada simulasi dengan model eksisting dilakukan beberapa kali replikasi dengan menggunakan jumlah truk eksisting yang digunakan oleh perusahaan. Jumlah truk sendiri akan mempengaruhi waktu siklus pengiriman secara keseluruhan dan melihat pengaruhnya terhadap *service level* dan utilisasi truk. Jumlah truk yang disediakan akan berpengaruh pada kemampuan pabrik untuk melakukan pengiriman setiap harinya. Pada simulasi kondisi eksisting, dilakukan 10 kali replikasi. Komposisi jumlah truk yang digunakan yaitu 75% jenis truk 19 ton dan 25% jenis truk 9 ton. Utilitas truk pada penelitian ini dihitung dengan mengakumulasi waktu produktif dan waktu non produktif yang terdapat untuk masing-masing ritase dengan asumsi waktu produktif terdiri dari waktu berjalannya proses yang dilalui truk dan waktu non produktif merupakan waktu menunggu proses tersebut.

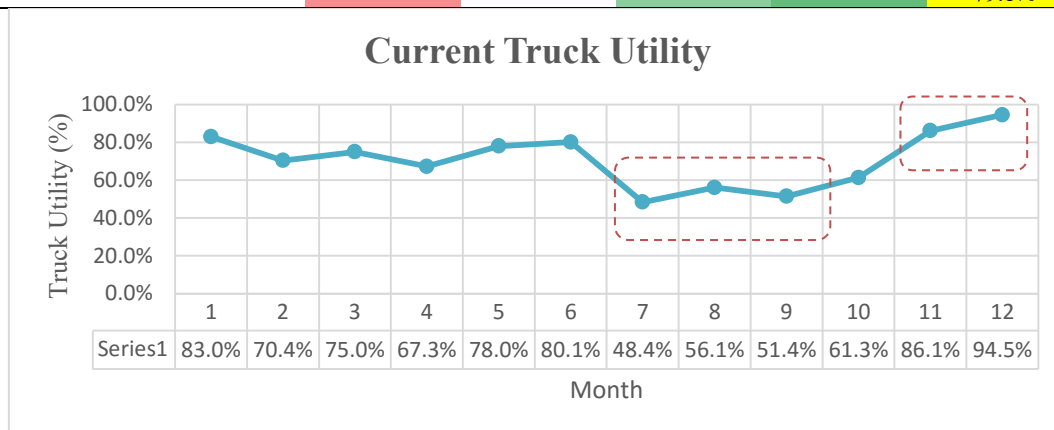
Tabel 4.5 Hasil Simulasi Sistem Distribusi Eksisting

		Jumlah Truk					479		
		Bulan							
		1	2	3	4	5	6	7	8
		Utilitas							
Replikasi	1	81.5%	64.9%	69.7%	61.5%	72.9%	75.1%	41.7%	49.9%
	2	80.1%	63.6%	68.6%	63.7%	74.3%	74.3%	43.7%	51.2%
	3	79.1%	67.1%	72.7%	62.1%	71.6%	75.4%	44.1%	50.5%
	4	80.5%	65.0%	69.1%	61.5%	73.1%	74.9%	43.7%	50.1%
	5	82.9%	66.9%	70.1%	64.5%	73.5%	75.1%	42.8%	52.5%
	6	80.2%	65.2%	69.2%	61.5%	74.1%	74.8%	44.6%	50.5%
	7	79.8%	64.7%	71.2%	62.1%	71.9%	75.7%	43.7%	51.8%
	8	80.1%	65.0%	69.7%	63.5%	73.4%	75.8%	43.8%	50.5%
	9	81.9%	66.1%	70.7%	61.9%	72.1%	76.1%	41.9%	51.9%

10	79.3%	65.0%	69.1%	61.1%	73.5%	73.9%	43.5%	52.1%
Rata-rata	83.0%	70.4%	75.0%	67.3%	78.0%	80.1%	48.4%	56.1%

Tabel 4.5 Hasil Simulasi Sistem Distribusi Eksisting (Lanjutan)

		Jumlah Truk				479
		Bulan				Service Level
		9	10	11	12	
		Utilitas				
Replikasi	1	45.5%	55.9%	87.1%	95.1%	78.4%
	2	46.1%	56.8%	86.4%	94.7%	79.6%
	3	46.5%	56.1%	85.2%	94.3%	79.2%
	4	47.1%	57.3%	84.9%	95.8%	79.4%
	5	46.5%	56.5%	86.6%	94.5%	77.6%
	6	46.9%	56.5%	87.7%	94.4%	76.6%
	7	47.2%	55.1%	86.6%	93.2%	76.2%
	8	46.5%	56.5%	86.1%	94.1%	78.6%
	9	45.9%	57.1%	85.9%	94.7%	76.9%
	10	46.1%	54.9%	84.2%	93.9%	78.3%
Rata-rata		51.4%	61.3%	86.1%	94.5%	79.1%



Gambar 4.23 Grafik Utilitas Penggunaan Truk Kondisi Eksisting

Berdasarkan Tabel 4.1 dan maka dapat diketahui nilai *service level* dan utilitas untuk setiap replikasi. *Service level* yang diperoleh pada hasil running kondisi eksisting yaitu sebesar 78.1%. Pada utilitas dapat dilihat bahwa perubahan terjadi dengan cukup signifikan pada bulan-bulan tertentu. Utilitas tertinggi yaitu terjadi pada bulan 11 dan 12 dengan nilai utilitas sebesar 86.1% dan 94.5% dimana permintaan pupuk sedang mengalami peningkatan yang cukup signifikan karena pengaruh dari musim tanam. Sedangkan, Utilitas terendah terjadi pada bulan 7 dengan nilai utilitas sebesar 43.4% dimana pada bulan ini tingkat

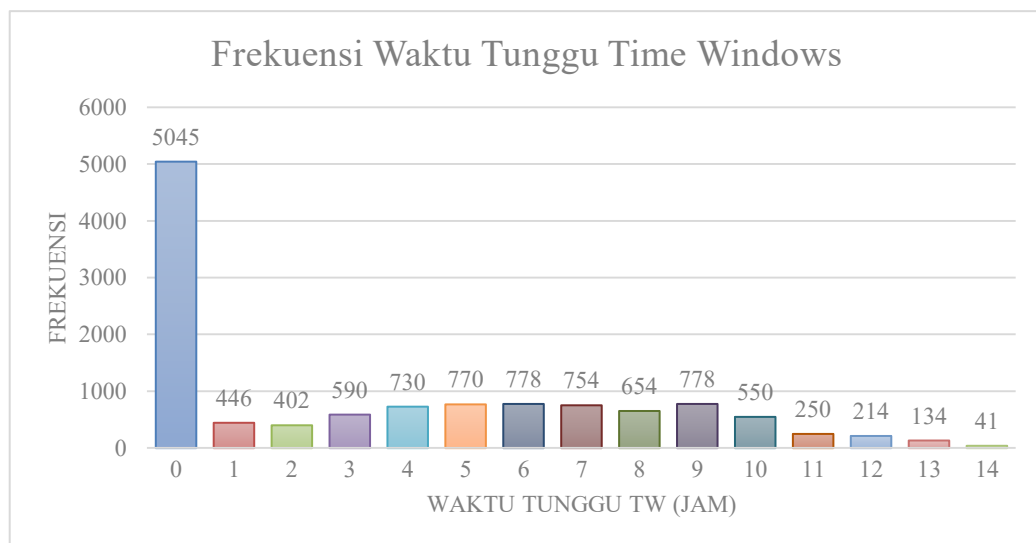
permintaan paling rendah dikarenakan masuk pada kategori bulan musim tanam gadu.

4.4.2 Waktu Tunggu *Time Windows*

Waktu tunggu *time windows* merupakan waktu dimana truk harus menunggu jam buka dari gudang regional untuk melakukan proses *unloading* karena truk tiba diluar jam operasional gudang regional. Waktu buka dari gudang regional yaitu mulai pukul 08.00-17.00 WIB dan hanya buka pada hari senin hingga sabtu. Sehingga, apabila truk datang diluar jam dan hari tersebut maka truk harus menunggu hingga pukul 08.00 WIB pada hari kerja untuk melanjutkan proses bongkar muat. Berikut hasil waktu tunggu *time windows* untuk simulasi kondisi eksisting.

Tabel 4.6 Hasil Waktu Tunggu *Time Windows* Eksisting

Waktu Tunggu TW (Jam)	Frequency	Waktu Tunggu TW (Jam)	Frequency	Waktu Tunggu TW (Jam)	Frequency
0	5045	5	770	10	550
1	446	6	778	11	250
2	402	7	754	12	214
3	590	8	654	13	134
4	730	9	778	14	41



Gambar 4.24 Histogram Hasil Waktu Tunggu *Time Windows* Eksisting

Hasil rata-rata waktu tunggu *time windows* di masing-masing gudang regional berdasarkan kondisi eksisting dan jumlah truk yang dimiliki perusahaan yang dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.7 Rata-rata Waktu Tunggu *Time Windows* Kebijakan Eksisting

Gudang	Waktu Tunggu TW (Jam)	Gudang	Waktu Tunggu TW (Jam)
1	7.14	12	7.51
2	5.61	13	7.25
3	6.52	14	5.82
4	5.24	15	5.12
5	6.26	16	6.43
6	6.91	17	7.41
7	9.12	18	5.81
8	8.41	19	5.45
9	7.72	20	7.02
10	5.14	21	6.52
11	7.92	22	5.45
Average		6.63	

Berdasarkan hasil simulasi kebijakan eksisting dengan dengan truk yang dimiliki perusahaan, rata-rata waktu tunggu *time windows* yang diperoleh yaitu 6.63 Jam.

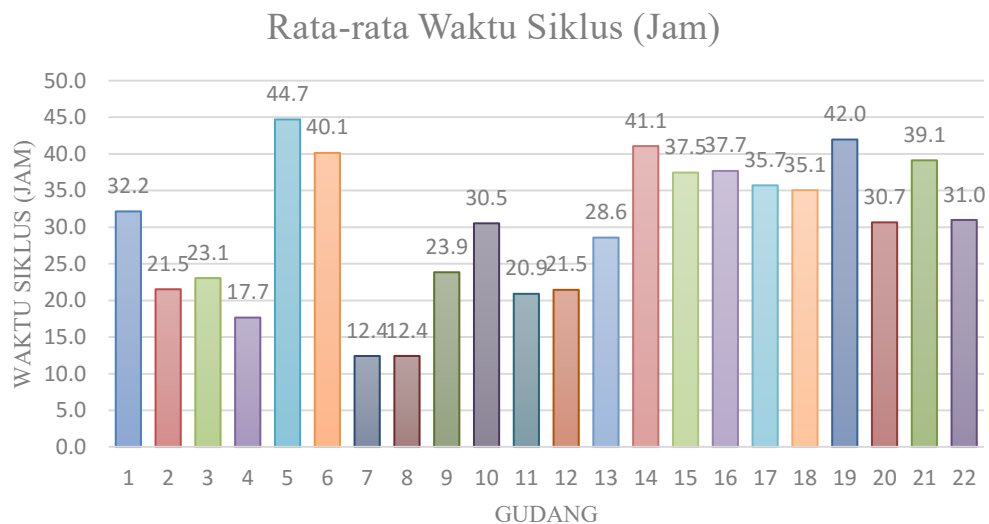
4.4.3 Waktu Siklus Truk

Waktu siklus truk dimulai sejak truk mulai diperintahkan untuk melakukan pengiriman hingga truk kembali ke pabrik setelah melakukan pengiriman. Waktu siklus truk ini dipengaruhi oleh keseluruhan kegiatan yang dilakukan dalam satu siklus pengiriman. Tabel 4.4 menunjukkan hasil waktu siklus truk untuk simulasi kebijakan eksisting.

Tabel 4.8 Rata-rata Waktu Siklus Truk Simulasi Kebijakan Eksisting

Gudang	Waktu Siklus (Jam)	Gudang	Waktu Siklus (Jam)
1	32.2	12	21.5
2	21.5	13	28.6
3	23.1	14	41.1

Gudang	Waktu Siklus (Jam)	Gudang	Waktu Siklus (Jam)
4	17.7	15	37.5
5	44.7	16	37.7
6	40.1	17	35.7
7	12.4	18	35.1
8	12.4	19	42.0
9	23.9	20	30.7
10	30.5	21	39.1
11	20.9	22	31.0
Rata-rata		30.0	



Gambar 4.25 *Histogram* Waktu Siklus Kondisi Eksisting

Berdasarkan hasil simulasi kebijakan eksisting dengan dengan truk yang dimiliki perusahaan, rata-rata waktu siklus yang diperoleh yaitu 30 Jam.

4.5 Hasil Simulasi Skenario Perbaikan

Pada bagian ini akan ditampilkan hasil simulasi distribusi pupuk dengan skenario perbaikan. Setelah dilakukan simulasi sistem distribusi pupuk pada kondisi eksisting, selanjutnya dilakukan simulasi skenario perbaikan yang mana pada model simulasi ini kebijakan pengiriman eksisting diubah menjadi kebijakan baru yaitu penambahan kebijakan segmentasi waktu kirim dan *express loading line*. Simulasi dilakukan dengan menggunakan *software* ARENA. Dimana,

simulasi dilakukan selama 360 hari atau sekitar 12 bulan simulasi. Hasil yang diperoleh dari proses simulasi akan dicatat pada Excel sebagai *output* simulasi.

4.5.1 Kombinasi Skenario Jumlah Truk, Segmentasi Waktu Kirim, dan *Express Loading Line*

Pada simulasi skenario perbaikan, dilakukan simulasi dengan melakukan perubahan kondisi jumlah truk yang disediakan dimasing-masing gudang dan pabrik untuk melakukan proses pengiriman. Lalu dilakukan penambahan kebijakan segmentasi waktu kirim untuk tiga kategori pengiriman yaitu gudang kategori dekat, kategori menengah, dan kategori jauh. Selain itu, pada kebijakan penggunaan *loading line* juga dilakukan pemecahan dengan kategori *dedicated* dan *undedicated*. Perubahan jumlah truk dilakukan untuk mengetahui kombinasi truk yang sesuai agar diperoleh hasil yang diinginkan. Untuk menentukan kondisi yang terpilih, pemilihan dilakukan berdasarkan *trade off* antara nilai *service level* dan utilitas truk. Sehingga, kondisi jumlah truk yang terpilih merupakan kondisi yang dapat menghasilkan performansi terbaik. Komposisi jumlah truk yang digunakan yaitu 75% jenis truk 19 ton dan 25% jenis truk 9 ton.

Tabel 4.9 *Design of Experiment Table*

	A1			A2		
	B1	B2	B3	B1	B2	B3
C1	A1B1C1	A1B2C1	A1B3C1	A2B1C1	A2B2C1	A2B3C1
C2	A1B1C2	A1B2C2	A1B3C2	A2B1C2	A2B2C2	A2B3C2
C3	A1B1C3	A1B2C3	A1B3C3	A2B1C3	A2B2C3	A2B3C3
C4	A1B1C4	A1B2C4	A1B3C4	A2B1C4	A2B2C4	A2B3C4
C5	A1B1C5	A1B2C5	A1B3C5	A2B1C5	A2B2C5	A2B3C5
C6	A1B1C6	A1B2C6	A1B3C6	A2B1C6	A2B2C6	A2B3C6
C7	A1B1C7	A1B2C7	A1B3C7	A2B1C7	A2B2C7	A2B3C7
C8	A1B1C8	A1B2C8	A1B3C8	A2B1C8	A2B2C8	A2B3C8
C9	A1B1C9	A1B2C9	A1B3C9	A2B1C9	A2B2C9	A2B3C9
C10	A1B1C10	A1B2C10	A1B3C10	A2B1C10	A2B2C10	A2B3C10

A = Segmentasi Waktu Kirim

B = Express Loading Line

C = Jumlah Truk

A1 = Segmentasi Waktu Kirim [Dekat = 06.00 – 12.00, Menengah = 12.00 – 18.00]

A2 = Segmentasi Waktu Kirim [Dekat = 09.00 – 18.00, Menengah = 01.00 – 09.00]

B1 = *Express Loading Line* [*Dedicated* = 3, *Undedicated* = 9]

B2 = *Express Loading Line* [*Dedicated* = 6, *Undedicated* = 6]

B3 = *Express Loading Line* [*Dedicated* = 9, *Undedicated* = 3]

C1 = 250 Truk C2 = 300 Truk C3 = 350 Truk C4 = 400 Truk C5 = 450 Truk

C6 = 500 Truk C7 = 550 Truk C8 = 600 Truk C9 = 650 Truk C10 = 700 Truk

4.5.2 *Service Level* dan Utilitas Truk

Pada simulasi dengan model simulasi skenario perbaikan dilakukan beberapa kali replikasi dengan menggunakan jumlah truk eksisting yang digunakan oleh perusahaan. Jumlah truk sendiri akan mempengaruhi waktu siklus pengiriman secara keseluruhan dan melihat pengaruhnya terhadap *service level* dan utilitas truk. Selain itu, *service level* dan utilitas truk juga dipengaruhi oleh skenario yang telah ditetapkan yaitu segmentasi waktu kirim dan *express loading line*. Jumlah truk yang disediakan akan berpengaruh terhadap kemampuan pabrik dalam melakukan pengiriman setiap harinya. Waktu simulasi yaitu selama 360 hari atau 12 bulan simulasi. Berikut merupakan hasil simulasi pada skenario perbaikan.

Tabel 4.10 Hasil Simulasi Kombinasi Skenario (1)

<i>Dedicated Loading Line</i> (9) - <i>Undedicated Loading Line</i> (3)										
Segmentasi Waktu Dekat (9-18) Segmentasi Waktu Menengah (1-9)										
Jumlah Kebutuhan Truk	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700
<i>Service Level</i>	49.7%	53.0%	56.5%	60.4%	66.1%	68.6%	73.4%	77.8%	81.4%	84.9%
Utilitas Truk	76.7%	73.1%	70.4%	69.1%	68.2%	67.1%	65.7%	63.9%	62.4%	60.6%

Tabel 4.11 Hasil Simulasi Kombinasi Skenario (2)

<i>Dedicated Loading Line</i> (9) - <i>Undedicated Loading Line</i> (3)										
Segmentasi Waktu Dekat (6-12) Segmentasi Waktu Menengah (12-18)										
Jumlah Kebutuhan Truk	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700
<i>Service Level</i>	48.3%	52.1%	56.9%	60.1%	65.3%	69.1%	72.8%	75.1%	80.3%	83.2%
Utilitas Truk	73.8%	71.9%	67.9%	64.3%	62.9%	60.2%	59.9%	58.3%	57.4%	54.9%

Tabel 4.12 Hasil Simulasi Kombinasi Skenario (3)

<i>Dedicated Loading Line (3) - Undedicated Loading Line (9)</i>										
Segmentasi Waktu Dekat (9-18) Segmentasi Waktu Menengah (1-9)										
Jumlah Kebutuhan Truk	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700
<i>Service Level</i>	59.1%	62.7%	66.2%	69.7%	76.0%	78.3%	83.1%	87.5%	90.1%	93.9%
<i>Utilitas Truk</i>	74.1%	72.5%	69.4%	67.1%	64.9%	62.6%	60.9%	59.1%	58.4%	56.1%

Tabel 4.13 Hasil Simulasi Kombinasi Skenario (4)

<i>Dedicated Loading Line (3) - Undedicated Loading Line (9)</i>										
Segmentasi Waktu Dekat (6-12) Segmentasi Waktu Menengah (12-18)										
Jumlah Kebutuhan Truk	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700
<i>Service Level</i>	53.4%	56.9%	61.2%	66.0%	71.3%	75.4%	80.9%	84.1%	86.9%	91.9%
<i>Utilitas Truk</i>	72.9%	70.5%	68.2%	66.9%	63.2%	61.6%	60.1%	58.9%	55.4%	53.1%

Tabel 4.15 Hasil Simulasi Kombinasi Skenario (5)

<i>Dedicated Loading Line (6) – Undedicated Loading Line (6)</i>										
Segmentasi Waktu Dekat (9-18) Segmentasi Waktu Menengah (1-9)										
Jumlah Kebutuhan Truk	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700
<i>Service Level</i>	67.6%	71.1%	74.2%	80.7%	82.0%	86.3%	89.7%	92.0%	94.4%	96.7%
<i>Utilitas Truk</i>	71.2%	68.1%	67.5%	66.1%	62.8%	60.9%	58.6%	57.1%	54.8%	53.1%

Tabel 4.16 Hasil Simulasi Kombinasi Skenario (6)

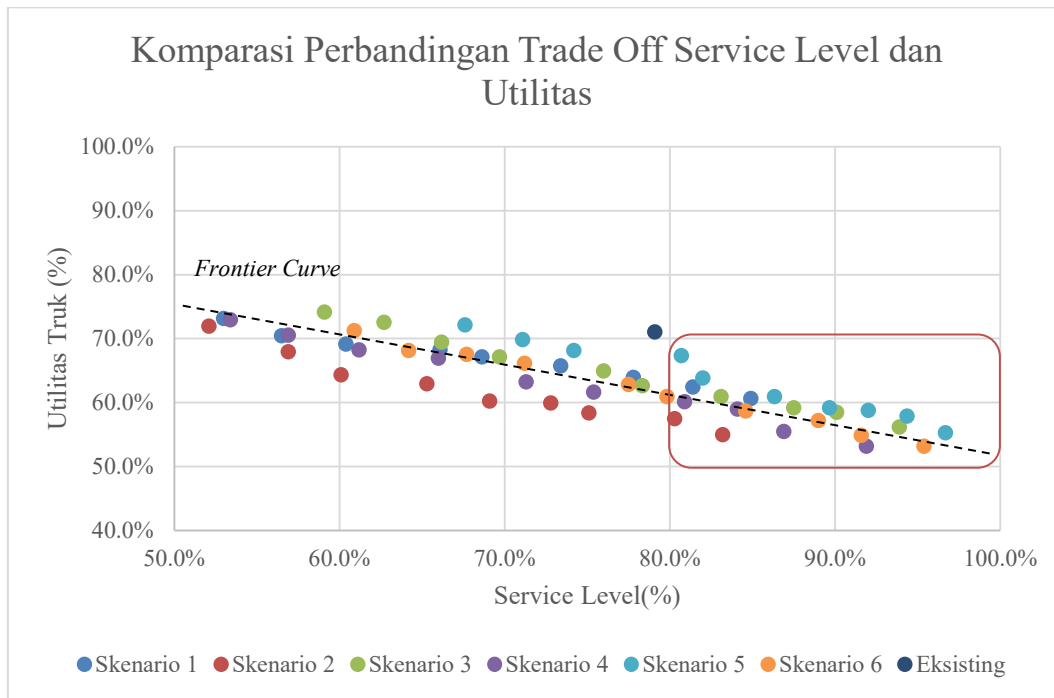
<i>Dedicated Loading Line (6) - Undedicated Loading Line (6)</i>										
Segmentasi Waktu Dekat (6-12) Segmentasi Waktu Menengah (12-18)										
Jumlah Kebutuhan Truk	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700
<i>Service Level</i>	60.9%	64.2%	67.7%	71.2%	77.5%	79.8%	84.6%	89.0%	91.6%	95.4%
<i>Utilitas Truk</i>	72.1%	69.8%	68.1%	67.3%	63.8%	60.9%	59.1%	58.7%	57.8%	55.2%

Kombinasi yang dicoba pada skenario perbaikan yaitu perubahan terhadap jumlah *express loading line* yang dan penentuan kebijakan segmentasi waktu pengiriman yang diperbolehkan untuk masing-masing kategori. Dari beberapa kombinasi yang dicoba maka apabila dilihat dari masing-masing kombinasi

terdapat *service level* yang berbeda-beda. Jumlah truk yang disediakan di pabrik akan berpengaruh pada kemampuan pabrik melakukan realisasi pengiriman ke gudang dan kemampuan untuk memenuhi realisasi *order* dari pelanggan.

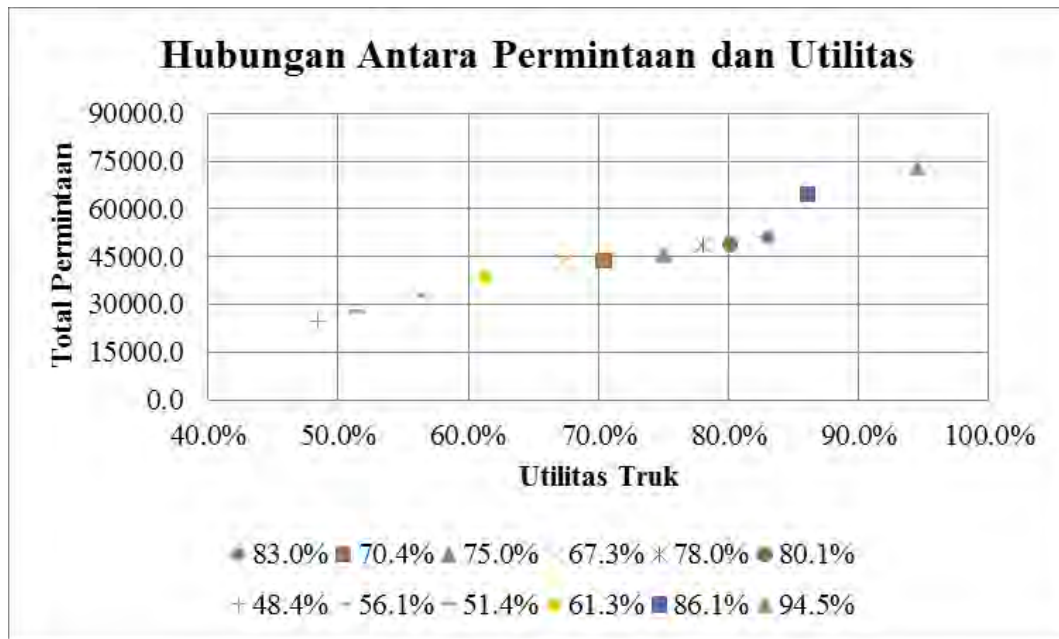
Berdasarkan hasil simulasi yang diperoleh maka sebagai pembanding untuk kondisi eksisting selanjutnya dibandingkan *service level* yang lebih besar dari 80%. Maka *service level* tertinggi terdapat pada skenario kelima dengan nilai *service level* sebesar 96,7% dengan kondisi *dedicated loading line* berjumlah 6 dan *undedicated loading line* berupa 6 serta segmentasi waktu kirim dekat yaitu mulai pukul 9 hingga 18 dan segmentasi waktu kirim menengah yaitu pukul 1 hingga 9. Sedangkan untuk utilitas truk yang dibandingkan yaitu utilitas truk pada kondisi *service level* lebih besar dari 80%. Sehingga utilitas truk tertinggi juga terdapat pada skenario ketiga dengan nilai utilitas sebesar 66,1% dengan kondisi *dedicated loading line* berjumlah 6 dan *undedicated loading line* berupa 6 serta segmentasi waktu kirim dekat yaitu mulai pukul 9 hingga 18 dan segmentasi waktu kirim menengah yaitu pukul 1 hingga 9. Operational performance yang dihasilkan oleh model simulasi yaitu waktu siklus, waktu antri loading, waktu tunggu time windows, utilisasi truk, dan *service level*. Seluruh operational performance yang diperoleh ini saling berhubungan dan akan mempengaruhi *financial performance*. Optimalisasi waktu antri loading dan waktu tunggu time windows yang dipengaruhi oleh penerapan skenario perbaikan akan mengoptimalkan waktu siklus. Sehingga akan memperlancar perputaran truk per ritase dan meningkatkan availibilitas truk di pabrik. Meningkatnya availibilitas truk di pabrik akan dapat meminimalisir penyimpanan pupuk di gudang. Pupuk yang diproduksi secara konstan tentu akan terus melakukan produksi meskipun tidak tersedia truk untuk melakukan pengiriman. Apabila tidak tersedia truk maka pupuk akan disimpan digudang. Semakin banyak dan semakin lama pupuk disimpan digudang maka akan berdampak pada meningkatnya biaya persediaan yang akan dikeluarkan oleh perusahaan. Selain itu juga tingginya availibilitas truk akan dapat meningkatkan *costumer responsiveness*. Meningkatnya availibilitas truk untuk melakukan realisasi pengiriman dapat mencegah terjadinya stockout di gudang regional. Rendahnya stockout akan meningkatkan *service level* perusahaan dalam memenuhi permintaan yang masuk ke gudang regional.

Sehingga, selain mencegah terjadinya kelangkaan pupuk di daerah tanggung jawab perusahaan maka perusahaan juga dapat memaksimalkan keuntungan yang akan diperoleh.



Gambar 4.26 Trade off Nilai *Service Level* dan Utilitas Truk

Berdasarkan tabel nilai *service level* dan utilitas truk dan grafik 4.26 maka dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang cukup signifikan dari masing-masing skenario dimana semua skenario hanya memiliki sedikit perbedaan. Apabila dibandingkan dengan kondisi eksisting maka dengan jumlah kondisi truk eksisting, perusahaan dapat memperoleh peningkatan *service level* dengan menerapkan kebijakan pada kombinasi skenario 5. Maka output optimal yang dipilih untuk meningkatkan *service level* hingga mencapai 90% yaitu skenario A2B2C8 dengan jumlah kebutuhan truk sebesar 600 truk menghasilkan *service level* sebesar 92%. Berdasarkan *output* optimal yang dipilih maka diolah kembali untuk memperoleh waktu tunggu *time windows* dan waktu siklus.



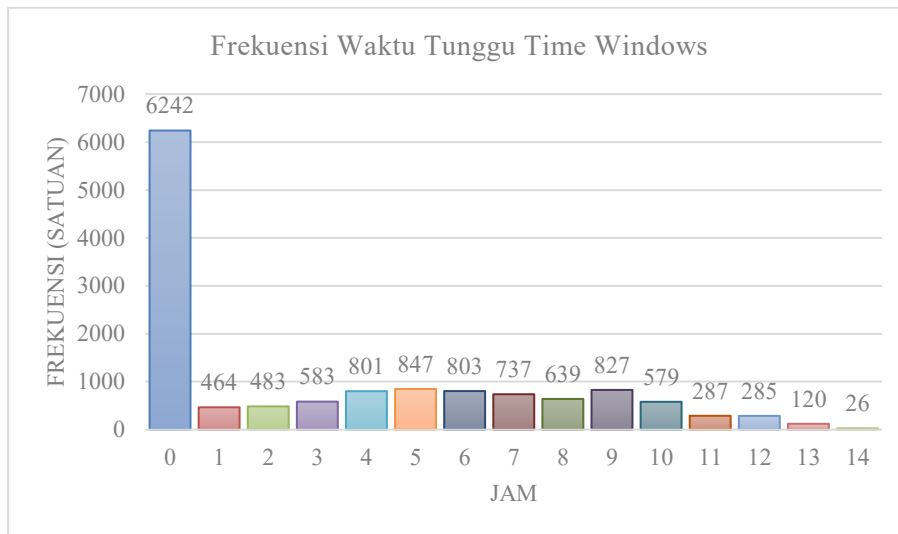
Gambar 4.27 Hubungan antara Tingkat Permintaan dan Utilitas Truk

4.5.3 Waktu Tunggu *Time Windows*

Pada model simulasi skenario perbaikan, penerapan kebijakan segmentasi waktu pengiriman bertujuan untuk mengoptimalkan waktu tunggu *time windows*. Waktu buka gudang yaitu mulai pukul 08.00-17.00 WIB dan hanya buka pada hari senin hingga sabtu. Sehingga, apabila truk datang diluar jam buka maka truk harus menunggu hingga pukul 08.00 WIB pada hari berikutnya untuk melanjutkan proses *unloading*. Berikut hasil waktu tunggu *time windows* untuk simulasi skenario perbaikan.

Tabel 4.17 Hasil Waktu Tunggu *Time Windows* Skenario Perbaikan

Waktu Tunggu TW	Frequency	Waktu Tunggu TW	Frequency	Waktu Tunggu TW	Frequency
0	6242	5	847	10	579
1	464	6	803	11	287
2	483	7	737	12	285
3	583	8	639	13	120
4	801	9	827	14	26



Gambar 4.28 Histogram Waktu Tunggu *Time Windows* Simulasi Skenario Perbaikan

Tabel 4.18 Rata-rata Waktu Tunggu *Time Windows* Model Simulasi Skenario Perbaikan

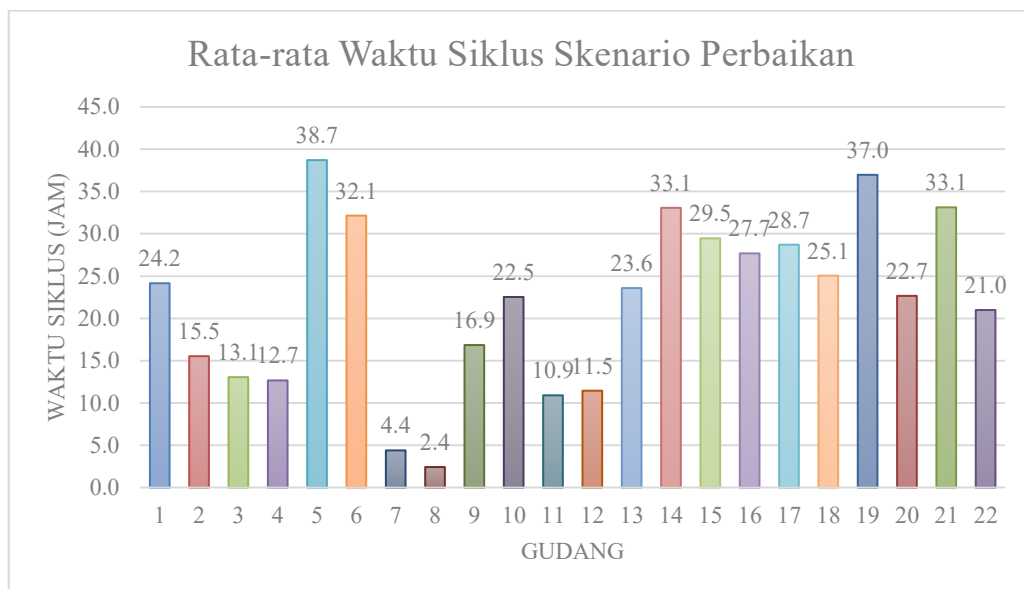
Gudang	Waktu Tunggu TW (Jam)	Gudang	Waktu Tunggu TW (Jam)
1	1.79	12	4.71
2	1.36	13	2.51
3	5.52	14	4.62
4	4.24	15	4.02
5	5.26	16	4.43
6	5.91	17	4.92
7	4.14	18	4.11
8	3.86	19	4.74
9	2.72	20	5.22
10	4.14	21	5.63
11	3.51	22	3.61
Average		4.14	

Berdasarkan hasil simulasi skenario perbaikan, dengan jumlah truk yang terbaik yang diperoleh berdasarkan *service level*, rata-rata waktu tunggu *time windows* yang diperoleh yaitu 5.14 Jam. Maka dapat diketahui terdapat penurunan rata-rata waktu *time windows* apabila dibandingkan dengan kondisi eksisting

4.5.4 Waktu Siklus Truk

Waktu siklus truk dimulai sejak truk mulai diperintahkan untuk melakukan pengiriman hingga truk kembali ke pabrik setelah melakukan pengiriman. Waktu

siklus truk ini dipengaruhi oleh keseluruhan kegiatan yang dilakukan dalam satu siklus pengiriman. Pada model simulasi skenario perbaikan, tujuan penerapan skenario *express loading line* bertujuan untuk mengoptimalkan waktu siklus. Tabel 4.19 menunjukkan hasil waktu siklus truk untuk simulasi kebijakan eksisting.



Gambar 4.29 Histogram Waktu Siklus Simulasi Skenario Perbaikan

Tabel 4.19 Waktu Siklus Simulasi Skenario Perbaikan

Gudang	Waktu Siklus (Jam)	Gudang	Waktu Siklus (Jam)
1	19.3	12	10.9
2	12.8	13	21.4
3	11.1	14	32.3
4	10.7	15	30.2
5	35.1	16	26.1
6	32.9	17	28.7
7	4.1	18	25.1
8	2.9	19	38.9
9	14.5	20	24.5
10	22.5	21	33.5
11	12.3	22	22.9
Rata-rata		21.5	

Hasil rata-rata waktu siklus truk dapat dilihat pada Tabel 4.19. Berdasarkan hasil simulasi pada tabel 4.19, maka diketahui waktu rata-rata waktu

siklus pengiriman dari pabrik menuju gudang regional untuk setiap truk yang diperoleh langsung dari output simulasi adalah sebesar 21.5 jam.

4.6 Hasil Simulasi Skenario Perbaikan dengan Jumlah Truk Eksisting

Berdasarkan skenario terbaik yang telah ditentukan pada subbab 4.5.2 maka perlu dilakukan analisis dengan menggunakan jumlah truk eksisting untuk membandingkan terhadap kebijakan eksisting. Pada tabel 4.17 dapat dilihat output yang diperoleh pada hasil skenario perbaikan terbaik dengan menggunakan jumlah truk eksisting.

Tabel 4.20 Output Skenario Perbaikan dengan Jumlah Truk Eksisting (479)

Jumlah Truk	479
<i>Service level</i>	Utilitas truk
84.20%	61.10%

Apabila dibandingkan dengan kondisi eksisting yang mencapai service level sebesar 79,1% maka dengan menerapkan kebijakan pada kombinasi skenario 5 akan memperoleh peningkatan *service level* sebesar 5,1%.

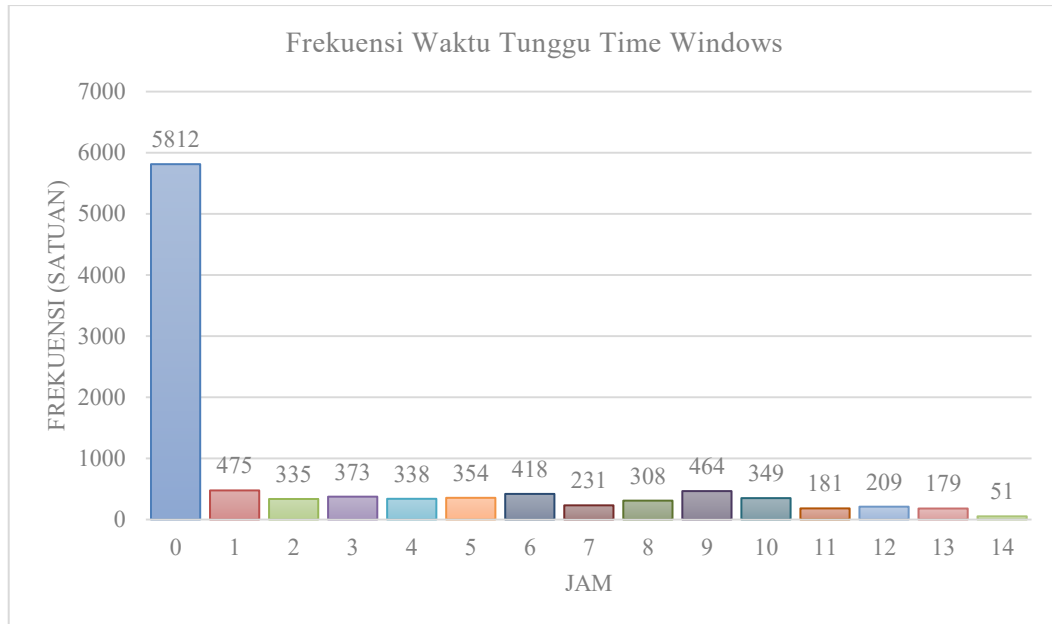
4.6.1 Waktu Tunggu *Time Windows*

Pada model simulasi skenario perbaikan, penerapan kebijakan segmentasi waktu pengiriman bertujuan untuk mengoptimalkan waktu tunggu *time windows*. Waktu buka gudang yaitu mulai pukul 08.00-17.00 WIB dan hanya buka pada hari senin hingga sabtu. Sehingga, apabila truk datang diluar jam buka maka truk harus menunggu hingga pukul 08.00 WIB pada hari berikutnya untuk melanjutkan proses *unloading*. Berikut hasil waktu tunggu *time windows* untuk simulasi skenario perbaikan.

Tabel 4.21 Hasil Waktu Tunggu *Time Windows* Skenario Perbaikan (479)

Waktu Tunggu TW	Frequency	Waktu Tunggu TW	Frequency	Waktu Tunggu TW	Frequency
0	5812	5	354	10	349
1	475	6	418	11	181
2	335	7	231	12	209

3	373	8	308	13	179
4	338	9	464	14	51



Gambar 4.30 Histogram Waktu Tunggu *Time Windows* Skenario Perbaikan (479)

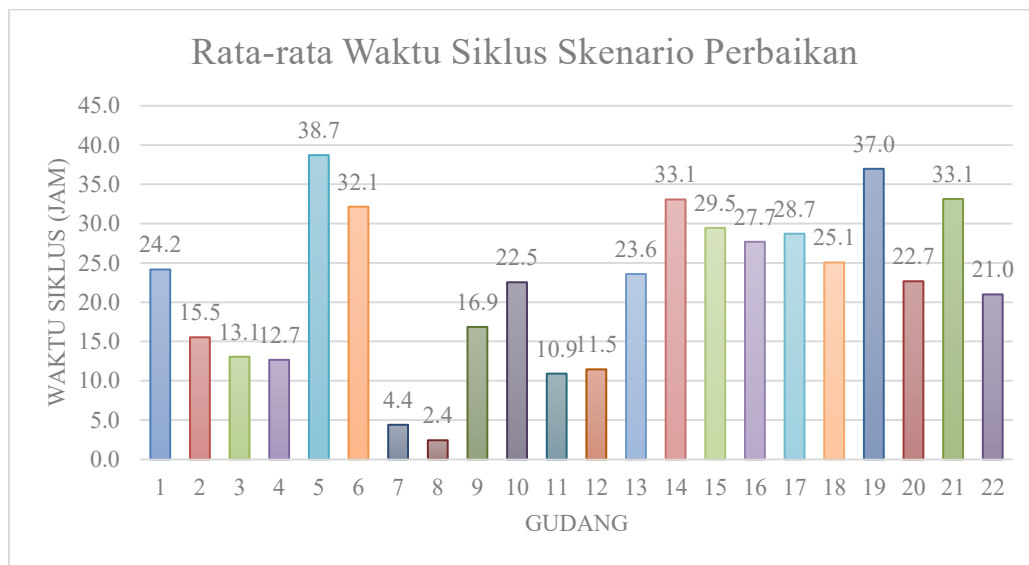
Tabel 4.22 Rata-Rata Waktu Tunggu *Time Windows* Skenario Perbaikan (479)

Gudang	Waktu Tunggu TW	Gudang	Waktu Tunggu TW
1	2.12	12	4.21
2	1.58	13	2.51
3	5.52	14	4.29
4	4.24	15	4.02
5	5.09	16	4.43
6	5.72	17	4.64
7	4.14	18	4.11
8	3.86	19	4.74
9	2.72	20	4.22
10	4.14	21	5.31
11	3.51	22	3.61
Average		4.03	

Berdasarkan hasil simulasi skenario perbaikan, dengan jumlah truk yang terbaik yang diperoleh berdasarkan *service level*, rata-rata waktu tunggu *time windows* yang diperoleh yaitu 5.14 Jam. Maka dapat diketahui terdapat penurunan rata-rata waktu *time windows* apabila dibandingkan dengan kondisi eksisting

4.6.2 Waktu Siklus Truk

Waktu siklus truk dimulai sejak truk mulai diperintahkan untuk melakukan pengiriman hingga truk kembali ke pabrik setelah melakukan pengiriman. Waktu siklus truk ini dipengaruhi oleh keseluruhan kegiatan yang dilakukan dalam satu siklus pengiriman. Pada model simulasi skenario perbaikan, tujuan penerapan skenario *express loading line* bertujuan untuk mengoptimalkan waktu siklus. Tabel 4.23 menunjukkan hasil waktu siklus truk untuk skenario perbaikan dengan jumlah truk eksisting.



Gambar 4.31 Histogram Waktu Siklus Simulasi Skenario Perbaikan (479)

Tabel 4.23 Waktu Siklus Simulasi Skenario Perbaikan (479)

Gudang	Waktu Siklus (Jam)	Gudang	Waktu Siklus (Jam)
1	24.2	12	11.5
2	15.5	13	23.6
3	13.1	14	33.1
4	12.7	15	29.5
5	38.7	16	27.7
6	32.1	17	28.7
7	4.4	18	25.1
8	2.4	19	37.0
9	16.9	20	22.7
10	22.5	21	33.1
11	10.9	22	21.0

Gudang	Waktu Siklus (Jam)	Gudang	Waktu Siklus (Jam)
	Rata-rata		22.1

Hasil rata-rata waktu siklus truk dapat dilihat pada Tabel 4.23. Berdasarkan hasil simulasi pada tabel 4.23, maka diketahui waktu rata-rata waktu siklus pengiriman dari pabrik menuju gudang regional untuk setiap truk yang diperoleh langsung dari output simulasi adalah sebesar 22,1 jam.

4.7 Waktu Antri Loading Eksisting dan Perbaikan

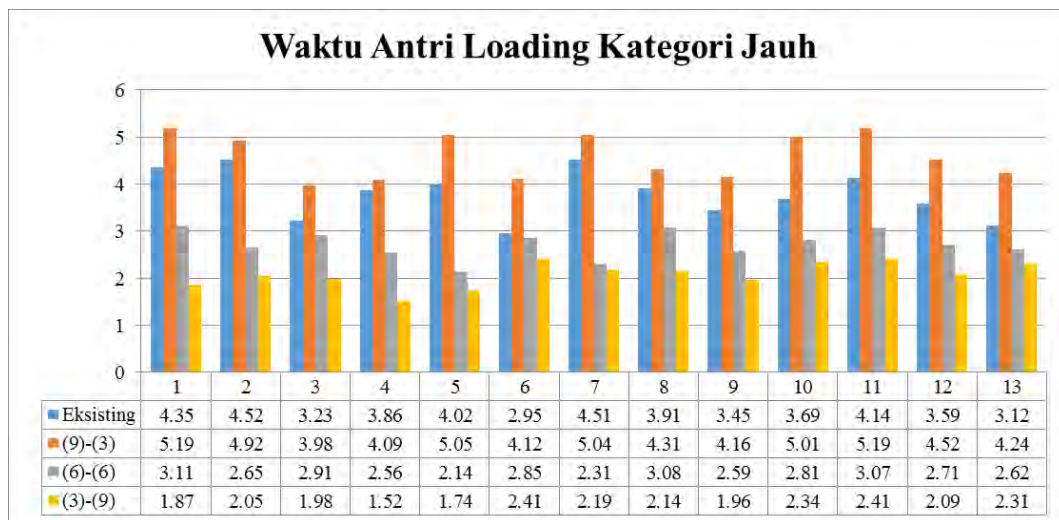
Waktu antri loading merupakan waktu tunggu proses loading yang terjadi dikarenakan terdapat antrian yang dipengaruhi oleh jumlah loading line yang ada.. Kombinasi segmentasi waktu pengiriman yang digunakan pada perhitungan waktu antri loading yaitu segmentasi waktu dekat mulai pukul 09.00 hingga pukul 18.00 dan segmentasi waktu pengiriman menengah mulai pukul 01.00 hingga pukul 09.00. Tabel 4.24 menunjukkan hasil waktu antri loading pada model simulasi eksisting dan skenario perbaikan.

Tabel 4.24 Waktu Antri Loading Kondisi Eksisting dan Skenario Perbaikan

Gudang	Kategori	Eksisting	Kombinasi Loading Line		
			9/3	6/6	3/9
1	Menengah	3.59	2.01	1.96	4.81
2	Menengah	5.81	3.24	2.98	6.47
3	Jauh	4.35	5.19	2.01	1.87
4	Jauh	4.52	5.81	2.65	2.05
5	Jauh	3.23	4.41	2.31	1.98
6	Jauh	3.86	4.09	2.56	1.52
7	Dekat	3.48	1.76	1.91	3.96
8	Dekat	3.97	2.12	2.41	4.21
9	Menengah	2.94	1.92	1.81	4.31
10	Jauh	4.02	5.05	2.14	1.74
11	Dekat	3.61	1.98	1.81	4.01
12	Dekat	4.59	2.45	2.78	4.71
13	Menengah	3.61	2.16	2.32	5.45
14	Jauh	2.95	4.12	2.05	2.41
15	Jauh	4.51	6.51	2.31	2.19

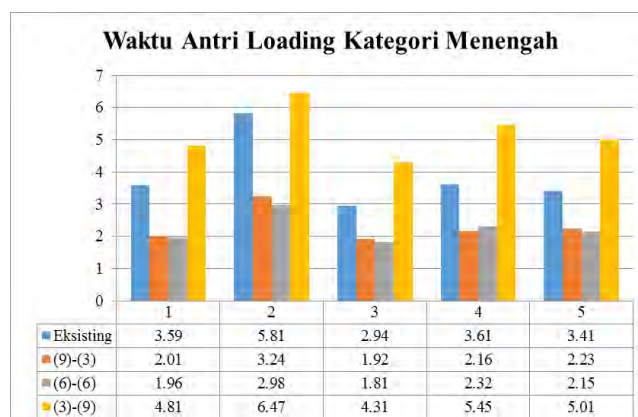
Gudang	Kategori	Eksisting	Kombinasi Loading Line		
			9/3	6/6	3/9
16	Jauh	3.91	4.31	3.08	2.14
17	Jauh	3.45	4.16	2.09	1.96
18	Jauh	3.69	5.01	2.81	2.34
19	Jauh	4.14	5.19	3.07	2.41
20	Jauh	3.59	4.52	1.51	2.09
21	Jauh	3.12	4.89	1.92	2.31
22	Menengah	3.41	2.23	2.15	5.01
Rata-rata		3.83	3.78	2.30	3.18

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada tabel 4.24 maka dapat dilihat pengaruh kombinasi skenario dedicated express loading line terhadap waktu antri loading untuk masing-masing kategori pengiriman. Masing-masing kombinasi memberikan pengaruh yang berbeda terhadap masing-masing kategori. Apabila dianalisis waktu antri loading kategori jauh berdasarkan gambar 4. Maka terlihat bahwa waktu antri loading kategori tersebut mengalami pengaruh yang berbeda untuk masing-masing kombinasi skenario. Apabila dibandingkan dengan dasar waktu pada kondisi eksisting maka pada kombinasi skenario 9/3 rata-rata terjadi peningkatan pada waktu antri loading. Sedangkan, apabila kita bandingkan terhadap skenario 3/9 maka terlihat bahwa terjadi penurunan waktu antri loading yang cukup signifikan. Lalu ketika diterapkan kombinasi 6/6 terlihat bahwa terjadi penurunan namun penurunan yang terjadi tidak terlalu signifikan apabila dibandingkan dengan kondisi eksisting.

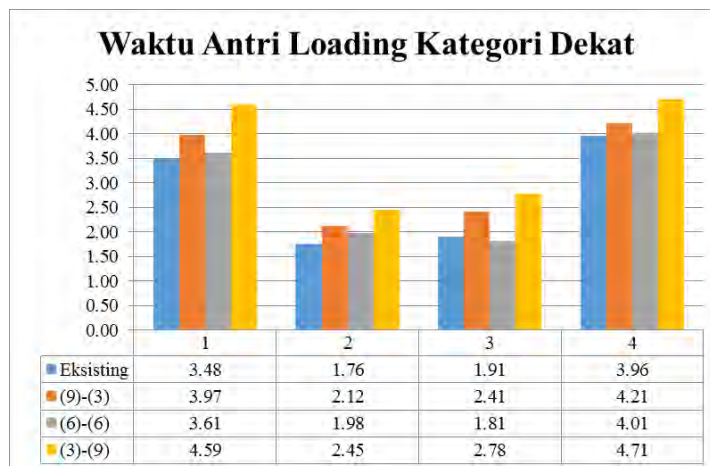


Gambar 4.32 Waktu Antri Loading Kategori Jauh

Selanjutnya, apabila dilihat pada kategori menengah dan dekat. Masing-masing kombinasi juga memberikan pengaruh yang berbeda. Apabila dianalisis dari gambar 4.31 yang menunjukkan perubahan grafik pengiriman jarak dekat dan menengah. Maka terlihat bahwa waktu antri loading kategori tersebut mengalami pengaruh yang juga berbeda untuk masing-masing kombinasi skenario. Apabila dibandingkan dengan dasar waktu pada kondisi eksisting maka pada kombinasi skenario 9/3 rata-rata terjadi penurunan pada waktu antri loading. Sedangkan, apabila kita bandingkan terhadap skenario 3/9 maka terlihat bahwa terjadi peningkatan waktu antri loading yang cukup signifikan. Lalu ketika diterapkan kombinasi 6/6 terlihat bahwa terjadi penurunan namun penurunan yang terjadi tidak terlalu signifikan apabila dibandingkan dengan kondisi eksisting.



Gambar 4.33 Grafik Waktu Antri Loading Kategori Menengah



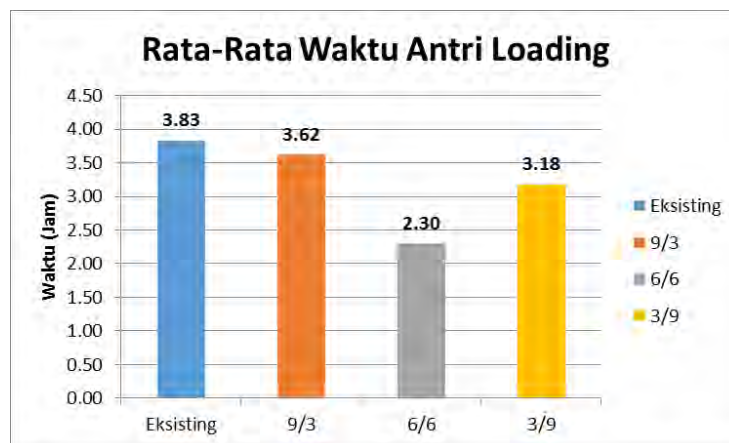
Gambar 4.34 Grafik Waktu Antri Loading Kategori Dekat

Rata-rata penurunan yang terjadi pada masing masing skenario tidak menunjukkan hasil yang sama-sama karena hasil ini tentu sangat dipengaruhi oleh komposisi jumlah dedicated loading line yang digunakan pada masing-masing skenario. Berdasarkan gambar 4.32 maka dapat dilihat bahwa apabila dibandingkan kondisi eksisting terhadap masing-masing skenario maka terlihat pada skenario 9/3 terjadi sedikit peningkatan namun penurunan tidak signifikan. Pada skenario ini, penurunan rata-rata waktu antri loading terjadi hanya sebesar 0,21 Jam. Hal ini terjadi karena pada skenario tersebut meskipun terjadi optimalisasi pada pengiriman jarak dekat dan menengah, tetapi pada pengiriman jarak jauh terlihat terjadi peningkatan waktu antri loading.

Hal yang sama berlaku pada skenario 3/9 dimana meskipun terjadi penurunan pada salah satu kategori namun dikarenakan proporsi jumlah yang tidak proporsional mengakibatkan peningkatan kategori lainnya. Pada skenario ini, penurunan rata-rata waktu antri loading terjadi sebesar 0,65 Jam. Apabila dibandingkan terhadap skenario 9/3 terjadi penurunan yang cukup berbeda dikarenakan proporsi gudang pengiriman jarak jauh memiliki jumlah yang lebih banyak sehingga menampung kapasitas permintaan yang lebih besar. Maka dengan intensitas pengiriman yang cukup tinggi maka waktu antri loading menjadi dapat diakomodir.

Selanjutnya, apabila membandingkan waktu antri loading kondisi eksisting terhadap skenario 6/6 maka terlihat bahwa pada skenario ini terjadi penurunan

yang paling besar yaitu sebesar 1,53 jam. Hal ini terjadi karena jumlah yang proporsioanal antara dedicated loading line dan undedicated loading line sehingga terjadi keseimbangan antara masing-masing kategori dalam melakukan antri loading. Meskipun pengiriman jarak jauh memiliki permintaan yang berbeda namun hal ini dapat diakomodir dengan menggunakan dedicated loading line diluar segmentasi waktu pengiriman dekat dan menengah.



Gambar 4.35 Rata-Rata Waktu Antri Loading

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 5

ANALISIS DAN INTERPRETASI HASIL

Pada bagian ini akan dilakukan analisis dan interpretasi hasil pengolahan data yang dilakukan pada bab sebelumnya. Analisis yang dilakukan pada bab ini adalah analisis simulasi kebijakan eksisting, analisis simulasi skenario perbaikan, dan analisis perbandingan hasil kebijakan eksisting dan skenario perbaikan

5.1 Analisis Simulasi Kebijakan Eksisting

Pada bagian ini akan dianalisis mengenai simulasi kebijakan eksisting yang diterapkan di perusahaan. Analisis yang dilakukan yaitu analisis terhadap proses dan hasil simulasi kebijakan eksisting.

5.1.1 Analisis Proses Pengiriman Simulasi Kebijakan Eksisting

Pada simulasi kebijakan eksisting yang dilakukan pada penelitian tugas akhir ini merepresentasikan sistem distribusi pupuk yang dilakukan perusahaan. Pada kebijakan eksisting, pengiriman dilakukan langsung dari pabrik menuju ke gudang regional. Mekanisme pengirimannya bergantung pada selisih antara persediaan gudang dengan *safety stock* yang telah ditentukan pemerintah.

Banyaknya tujuan pengiriman yang langsung dilakukan dari pabrik membuat banyak truk ditugaskan untuk melakukan pengiriman setiap harinya. Selain itu, setiap gudang regional dalam satu hari dapat dikirimkan lebih dari satu truk. Kondisi tersebut menimbulkan adanya antrian truk untuk melakukan proses *loading* di pabrik. Truk harus mengantri hingga berjam-jam untuk dapat melakukan proses *loading*. Waktu yang dibutuhkan untuk menunggu antrian proses *loading* terkadang melebihi waktu untuk truk melakukan pengiriman. Sehingga kondisi ini sangat tidak menguntungkan karena akan menghambat perputaran truk.

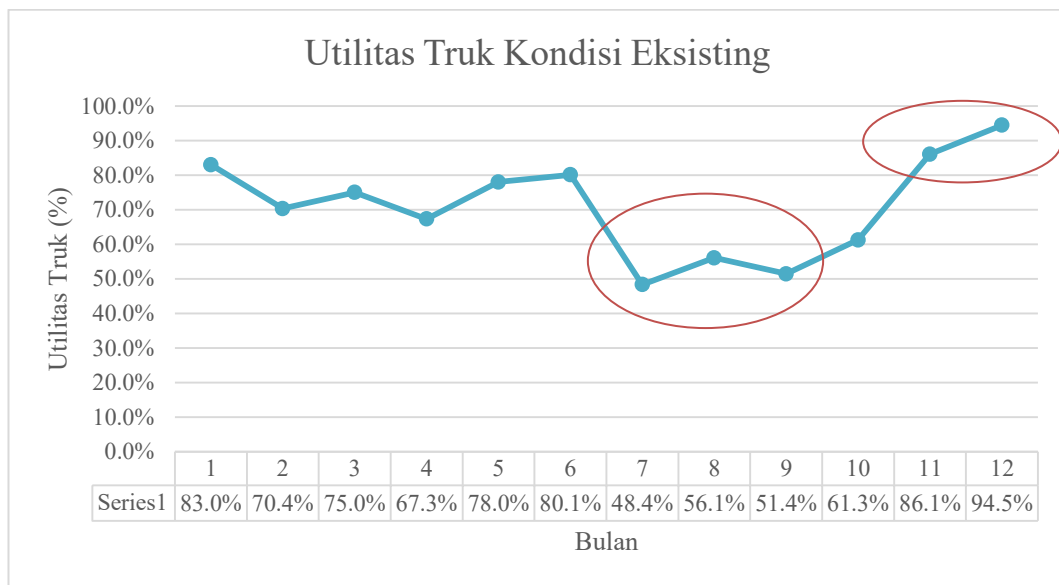
Setelah dilakukan proses *loading*, truk akan langsung melakukan perjalanan menuju tujuan masing-masing tanpa mempertimbangkan waktu pengiriman. Adanya waktu antri sebelumnya pada proses *loading* juga

berpengaruh pada ketidakteraturan truk untuk memulai perjalanannya menuju gudang regional. Ketidakteraturan ini menyebabkan truk harus menghadapi permasalahan perjalanan. Ketidakteraturan waktu keberangkatan truk dan kemungkinan truk mengalami permasalahan perjalanan membuat truk sampai di gudang regional juga tidak teratur. Hal ini menyebabkan truk harus terjebak pada waktu *time windows* gudang. Hal ini dikarenakan gudang regional memiliki waktu operasional yaitu pukul 08.00 WIB-17.00 WIB. Sehingga, ketika truk sampai diluar waktu tersebut maka truk harus menunggu hingga keesokan harinya untuk dapat melakukan proses *unloading*. Selain itu, sering terjadi kondisi dimana truk sampai diluar *time windows* pada akhir hari kerja gudang regional, sehingga truk harus menunggu sehari-hari hingga hari kerja untuk dilakukan proses *unloading*.

Adanya permasalahan yang terjadi pada proses pengiriman pupuk hingga sampai di gudang regional menyebabkan waktu siklus truk pada kebijakan eksisting menjadi relatif lama. Hal ini dikarenakan banyaknya waktu-waktu tidak produktif. Waktu perputaran truk yang relatif lama ini menyebabkan peningkatan kebutuhan truk yang harus disediakan di pabrik karena banyak truk yang tidak kembali dalam waktu satu hari. Ketika banyak truk tidak kembali maka availibilitas truk untuk melakukan pengiriman menjadi berkurang dan berakibat pada kemampuan pabrik untuk melakukan realisasi pengiriman setiap harinya akan berkurang. Ketidak mampuan pabrik melakukan realisasi pengiriman akan berpengaruh pada tingkat *service level* yang akan dicapai oleh perusahaan.

5.1.2 Analisis Hasil Simulasi Kebijakan Eksisting Perusahaan

Pada penelitian tugas akhir ini dilakukan simplifikasi untuk area pengamatan. Area yang diamati pada penelitian ini hanya pada 4 provinsi yang ada di pulau sumatera. Provinsi yang menjadi amatan yaitu Bengkulu, Jambi, Sumatera Selatan dan Bandar Lampung. Pada penelitian ini percobaan dilakukan dengan menggunakan jumlah truk eksisting yang digunakan oleh perusahaan. Data ini diperoleh melalui *software* SAP perusahaan. Jumlah truk pada kondisi eksisting yang digunakan yaitu berjumlah 479 truk.



Gambar 5.1 Grafik Utilitas Truk Kebijakan Eksisting

Apabila dianalisis berdasarkan utilitas, maka pada gambar 5.1 dapat dilihat perubahan utilitas truk pada setiap bulan. Perubahan yang ditunjukkan sangat signifikan. Pada bulan 7 utilitas kendaraan mencapai level terendah yaitu sebesar 48.4%. Hal ini terjadi dikarenakan faktor musim yang berubah-ubah. Bulan 7 masuk pada kategori musim gadu dimana pada musim ini aktivitas bercocok tanam terhenti dikarenakan kemarau yang terjadi pada bulan tersebut. Sehingga, dengan berhentinya aktivitas bercocok tanam maka permintaan pupuk pada bulan tersebut akan berbanding lurus yaitu berkurang. Namun, apabila dibandingkan terhadap bulan 11, 12, dan 1. Perbedaan yang terjadi sangatlah signifikan mencapai selisih 34.6%. Hal ini tentu dipengaruhi faktor permintaan yang melonjak sangat tinggi pada bulan-bulan tersebut. Pada bulan tersebut merupakan musim tanam dimana semua petani memulai kembali aktivitas bercocok tanam. Sehingga permintaan pada bulan tersebut melonjak dengan sangat signifikan. Berdasarkan data tersebut maka dapat disimpulkan bahwa penyebab dari perbedaan utilitas pada masing-masing bulan yaitu merupakan rata-rata permintaan pada setiap bulannya.

Selain utilitas truk, output simulasi yang dihasilkan pada model simulasi kebijakan eksisting yaitu *service level*. *Service level* yang diperoleh dengan melakukan simulasi kondisi eksisting yaitu sebesar 79.1%. Nilai ini diperoleh

dengan mensimulasikan kebijakan eksisting dan jumlah truk yang digunakan oleh perusahaan pada kondisi eksisting.

5.2 Analisis Simulasi Skenario Perbaikan

Pada simulasi skenario perbaikan, alur distribusi pupuk tetap sama dengan kondisi eksisting. Perbedaan yang terdapat pada skenario perbaikan yaitu trigger pengiriman *stock to demand ratio*, penerapan kebijakan segmentasi waktu pengiriman dan kebijakan *express loading line*. Penerapan kebijakan ini diharapkan dapat mengoptimalkan sistem distribusi pupuk perusahaan.

5.2.1 Analisis Proses Pengiriman Skenario Perbaikan

Alur yang terdapat pada skenario perbaikan tidak jauh berbeda dengan alur pengiriman yang terdapat pada kondisi eksisting. Keputusan pengiriman pada skenario perbaikan diawali dengan melakukan perhitungan rasio pengiriman ke masing-masing tujuan dengan menggunakan pendekatan *stock to demand ratio*. Untuk pengiriman di pabrik, rasio yang dihitung adalah rasio masing-masing gudang regional. Perubahan kebijakan pengiriman ini mempengaruhi jumlah pengiriman yang harus dilayani di pabrik dan kapan pengiriman akan dilakukan karena pada pendekatan yang digunakan ini telah mempertimbangkan *lead time* untuk melakukan pengiriman. Sehingga, dengan menggunakan pendekatan ini persediaan yang terdapat di gudang regional akan dapat terus memenuhi permintaan yang masuk selama masa pengiriman untuk melakukan *replenishment*. Hal ini akan mempermudah pihak perusahaan untuk menentukan keputusan pengiriman.

Setelah truk diperintahkan untuk mengirim, maka akan dilakukan proses *loading*. Sebelum melakukan proses *loading* maka akan dipertimbangkan terkait segmentasi waktu kirim. Pada kondisi eksisting, pengiriman dapat dilakukan kapan saja, namun pada skenario perbaikan dibagi menjadi beberapa segmentasi waktu kirim yaitu segmentasi waktu kategori dekat dan menengah. Pada kategori jauh tidak ditentukan segmentasi waktu kirim karena semakin jauh pengiriman maka ketidakpastian yang akan dihadapi semakin tinggi sehingga tidak dapat diprediksi apakah pengiriman akan tiba pada waktu operasional gudang atau tidak.

Selanjutnya apabila waktu yang berjalan telah sesuai dengan segmentasi waktu pengiriman maka pengiriman pada kategori tersebut dapat dikirimkan. Namun apabila masih diluar segmentasi waktu kirim, maka pengiriman tersebut akan di pending hingga masuk pada segmentasi waktu kirim. Untuk pengiriman jauh tidak memiliki segmentasi waktu pengiriman sehingga dapat dikirimkan kapan saja.

Setelah memenuhi kondisi kebijakan segmentasi waktu kirim, selanjutnya akan dilakukan proses *loading*. Pada proses *loading*, perbedaan yang terdapat pada skenario perbaikan yaitu penerapan *express loading line*. *Express loading line* membagi *loading line* menjadi dua kategori dimana *loading line* dikategorikan menjadi *dedicated loading line* dan *undedicated loading line*. Pengkategorian ini bertujuan untuk mengoptimalkan waktu loading pada masing-masing segmentasi pengiriman. *Dedicated loading line* merupakan area muat yang dapat digunakan hanya oleh pengiriman yang memenuhi kondisi segmentasi waktu kirim pada waktu tersebut. Namun, apabila berada diluar segmentasi waktu pengiriman dekat dan menengah maka pengiriman jarak jauh dapat menggunakan *loading line* ini untuk melakukan proses *loading*. Sedangkan untuk *undedicated loading line* ini akan digunakan oleh pengiriman jarak jauh karena pengiriman jarak jauh tidak memiliki segmentasi waktu pengiriman.

Proses selanjutnya yaitu proses pengiriman hingga menuju gudang regional. Gudang regional yang memiliki jarak yang berbeda-beda mengakibatkan masing-masing tujuan memiliki distribusi waktu pengiriman yang berbeda-beda. Setelah tiba di gudang regional, maka akan melakukan pengecekan apakah tiba pada waktu dan hari operasional gudang atau tidak. Apabila tiba diluar maka akan menunggu hingga waktu operasional. Apabila telah memenuhi kondisi tersebut, maka akan dilanjutkan ke proses *unloading*. Proses *unloading* sendiri memiliki perbedaan waktu *unloading* untuk masing-masing gudang. Hal ini diakibatkan oleh jumlah buruh yang bervariasi di masing-masing gudang sehingga waktu *unloading* gudang memiliki distribusi masing-masing. Lalu setelah melakukan proses unloading truk akan melakukan perjalanan pulang dan kembali menunggu penugasan di pabrik.

5.2.2 Analisis Hasil Simulasi Skenario Perbaikan

Pengiriman pada skenario perbaikan memiliki perbedaan dari segi kebijakan yang diterapkan, kebijakan baru yang diterapkan bertujuan untuk mengoptimalkan waktu tunggu *time windows* dan waktu siklus. Pada skenario perbaikan dikembangkan enam kombinasi skenario perbaikan yang dapat dilihat pada tabel 5.1.

Tabel 5.1 *Design of Experiment*

Skenario	Jumlah Kebutuhan Truk									
	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700
1	<i>Dedicated Loading Line (9) - Undedicated Loading Line (3)</i> Segmentasi Waktu Dekat (9-18) Segmentasi Waktu Menengah (1-9)									
2	<i>Dedicated Loading Line (9) - Undedicated Loading Line (3)</i> Segmentasi Waktu Dekat (6-12) Segmentasi Waktu Menengah (12-18)									
3	<i>Dedicated Loading Line (3) - Undedicated Loading Line (9)</i> Segmentasi Waktu Dekat (9-18) Segmentasi Waktu Menengah (1-9)									
4	<i>Dedicated Loading Line (3) - Undedicated Loading Line (9)</i> Segmentasi Waktu Dekat (6-12) Segmentasi Waktu Menengah (12-18)									
5	<i>Dedicated Loading Line (6) - Undedicated Loading Line (6)</i> Segmentasi Waktu Dekat (9-18) Segmentasi Waktu Menengah (1-9)									
6	<i>Dedicated Loading Line (6) - Undedicated Loading Line (6)</i> Segmentasi Waktu Dekat (6-12) Segmentasi Waktu Menengah (12-18)									

Output yang diperoleh melalui model simulasi skenario perbaikan yaitu *service level*, utilitas truk, waktu tunggu *time windows*, dan waktu siklus. *Service level* dan utilitas tentu akan dipengaruhi oleh penerapan masing-masing kombinasi skenario perbaikan yang diterapkan. Pada *output* simulasi skenario perbaikan, *service level* yang diperoleh memiliki perbedaan pada masing-masing jumlah kebutuhan truk karena dengan meningkatnya jumlah kebutuhan truk tentu availibilitas truk di pabrik akan semakin tinggi untuk melakukan realisasi pengiriman sehingga *service level* perusahaan akan meningkat dalam memenuhi permintaan yang masuk. Namun perbedaan *service level* tersebut juga dipengaruhi oleh kebijakan yang terdapat pada masing-masing skenario. Apabila dibandingkan output pada skenario 1 dan 3 maka terlihat bahwa terdapat perbedaan yang cukup signifikan. Hal ini tentu dipengaruhi oleh jumlah *dedicated loading line* yang diterapkan pada masing-masing skenario. Pada kondisi nyata, tingkat permintaan

relatif lebih tinggi pada kategori pengiriman jarak jauh. Namun, pada skenario 1 jumlah *loading line* untuk kategori pengiriman jarak jauh hanya berjumlah 3 sehingga waktu antrian menunggu proses *loading* dipabrik akan semakin panjang yang berakibat pada meningkatnya waktu siklus pengiriman. Sehingga tingkat permintaan yang terpenuhi pada kategori jarak jauh akan semakin berkurang yang berdampak pada menurunnya *service level* perusahaan. Sebaliknya, apabila kita lihat pada skenario ketiga maka dapat dilihat bahwa jumlah *loading line* pada masing-masing kategori seimbang yang berjumlah enam *loading line* pada masing-masing kategori. Sehingga pada skenario ini terdapat keseimbangan kemampuan dalam memenuhi permintaan pada masing-masing kategori.

Selain itu, pada masing-masing skenario juga terdapat pengaruh dari kebijakan segmentasi waktu pengiriman. Rentang dan kesesuaian segmentasi waktu pengiriman yang semakin lama juga akan mempengaruhi *service level* yang dapat dicapai oleh perusahaan karena ketepatan pemilihan segmentasi waktu pengiriman akan berdampak pada waktu siklus yang nantinya akan mempengaruhi jumlah kebutuhan truk. Apabila jumlah kebutuhan truk bertambah maka dengan kondisi jumlah truk eksisting tidak dapat memenuhi target realisasi pengiriman karena rendahnya availibilitas truk untuk melakukan pengiriman. Apabila dibandingkan skenario lima dan enam. Perbedaan kebijakan pada skenario tersebut yaitu terdapat pada rentang segmentasi waktu pengiriman. Dapat dilihat bahwa rentang waktu yang diberikan pada skenario lima lebih panjang yaitu selama sembilan jam untuk masing-masing segmentasi waktu pengiriman. Maka dapat dilihat bahwa kesesuaian rentang waktu terhadap tingkat permintaan pada masing-masing kategori akan mempengaruhi tingkatan *service level* yang dicapai oleh perusahaan.

Tabel 5.2 Rekapitulasi *Output Service Level* Simulasi Skenario Perbaikan

Skenario	Jumlah Kebutuhan Truk									
	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700
1	49.7%	53.0%	56.5%	60.4%	66.1%	68.6%	73.4%	77.8%	81.4%	84.9%
2	48.3%	52.1%	56.9%	60.1%	65.3%	69.1%	72.8%	75.1%	80.3%	83.2%
3	59.1%	62.7%	66.2%	69.7%	76.0%	78.3%	83.1%	87.5%	90.1%	93.9%
4	53.4%	56.9%	61.2%	66.0%	71.3%	75.4%	80.9%	84.1%	86.9%	91.9%
5	67.6%	71.1%	74.2%	80.7%	82.0%	86.3%	89.7%	92.0%	94.4%	96.7%

Skenario	Jumlah Kebutuhan Truk									
	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700
6	60.9%	64.2%	67.7%	71.2%	77.5%	79.8%	84.6%	89.0%	91.6%	95.4%

Selain *service level*, *output* yang diperoleh yaitu berupa rata-rata utilitas truk. Pada tabel 5.3 dapat dilihat rata-rata utilitas penggunaan truk pada masing-masing skenario. Dapat dilihat bahwa dengan bertambahnya jumlah truk maka utilitas truk akan semakin menurun hal ini dikarenakan banyaknya truk yang menganggur apabila dilakukan penambahan jumlah truk. Selain itu, pada masing-masing bulan tingkat permintaan juga berbeda sehingga hal ini lah yang mengakibatkan truk tidak mendapatkan banyak penugasan pada bulan-bulan tertentu. Sebagai contoh, pada gambar 5.1 dapat dilihat bahwa perbedaan utilitas terjadi sangat signifikan antara bulan tujuh dan bulan sebelas maupun dua belas. Hal ini dipengaruhi oleh musim yang berlangsung pada bulan tersebut. Sehingga, apabila dianalisis lebih lanjut maka utilitas akan dipengaruhi oleh jumlah truk yang dimiliki dan tingkat permintaan pada setiap bulan.

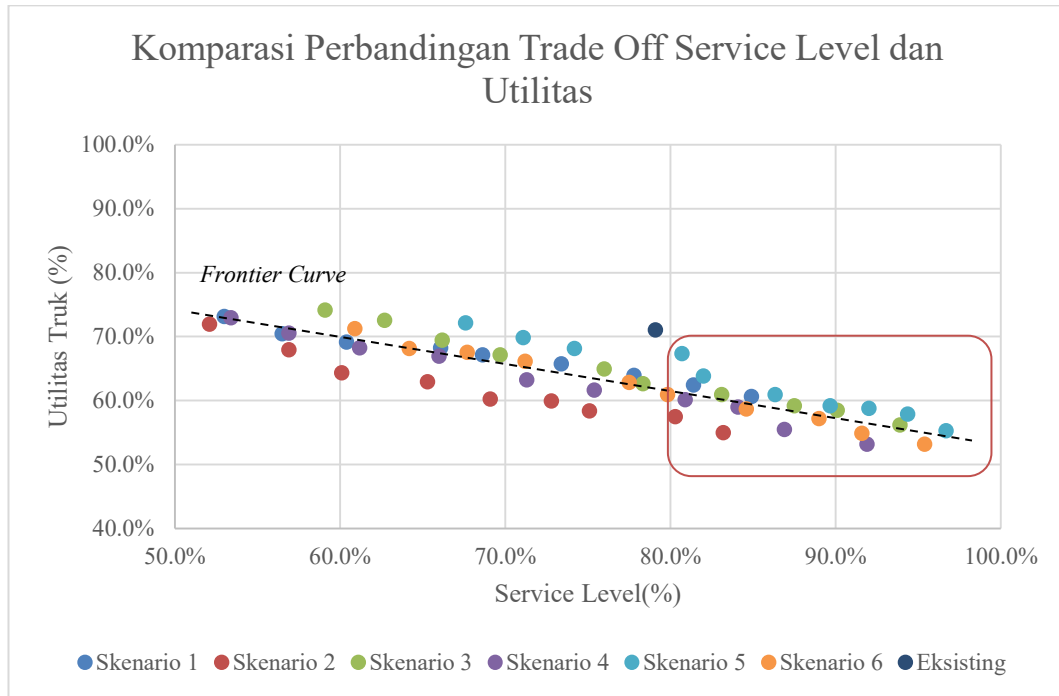
Tabel 5.3 Rekapitulasi Output Utilitas Truk Simulasi Skenario Perbaikan

Skenario	Jumlah Kebutuhan Truk									
	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700
1	76.7%	73.1%	70.4%	69.1%	68.2%	67.1%	65.7%	63.9%	62.4%	60.6%
2	73.8%	71.9%	67.9%	64.3%	62.9%	60.2%	59.9%	58.3%	57.4%	54.9%
3	74.1%	72.5%	69.4%	67.1%	64.9%	62.6%	60.9%	59.1%	58.4%	56.1%
4	72.9%	70.5%	68.2%	66.9%	63.2%	61.6%	60.1%	58.9%	55.4%	53.1%
5	72.1%	69.8%	68.1%	67.3%	63.8%	60.9%	59.1%	58.7%	57.8%	55.2%
6	71.2%	68.1%	67.5%	66.1%	62.8%	60.9%	58.6%	57.1%	54.8%	53.1%

5.2.3 Analisis Pemilihan Output Simulasi Skenario Perbaikan

Pada output simulasi kondisi eksisting diperoleh *service level* sebesar 79,1% dengan utilitas truk 71%. Dalam pemilihan output yang akan menjadi kandidat solusi yang terpilih tentu harus berada diatas kondisi *service level* eksisting yaitu lebih besar dari 79,1%. Oleh karena itu, pada tabel 5.2 dapat dilihat bahwa yang menjadi kandidat solusi terpilih yaitu sebanyak 21 skenario dan berdasarkan skenario yang ada, skenario terbaik yaitu skenario lima. Hal ini dikarenakan pada penerapan kebijakan di skenario ketiga menghasilkan *service*

level yang lebih optimal. Lebih optimal dalam kasus ini yaitu dengan menggunakan jumlah truk yang sedikit yaitu 400 truk, *service level* yang dicapai telah melebihi 80% sehingga dapat menjadi kandidat solusi terbaik.



Gambar 5.2 Grafik Komparasi Output Simulasi Skenario Perbaikan

Berdasarkan gambar 5.2 terlihat bahwa hanya beberapa skenario yang memenuhi kondisi yang diinginkan. Kotak merah pada grafik menunjukkan bahwa *output service level* yang diharapkan lebih besar dari 80% karena tujuan penelitian untuk melakukan *improvement* pada kondisi eksisting yang telah mencapai *service level* sebesar 79.1%, sehingga skenario yang memenuhi kondisi ini hanya 21 skenario. Selanjutnya, pada penelitian ini preferensi yang ditentukan yaitu mengoptimalkan utilitas dan *service level*. Sehingga, apabila preferensi perusahaan ingin memperoleh *service level* lebih besar dari 90% maka output skenario yang dapat menjadi kandidat berdasarkan skenario terbaik yaitu skenario lima dengan jumlah truk 600, 650, dan 700.

5.3 Analisis Perbandingan Hasil Simulasi Kebijakan Eksisting dan Skenario Perbaikan

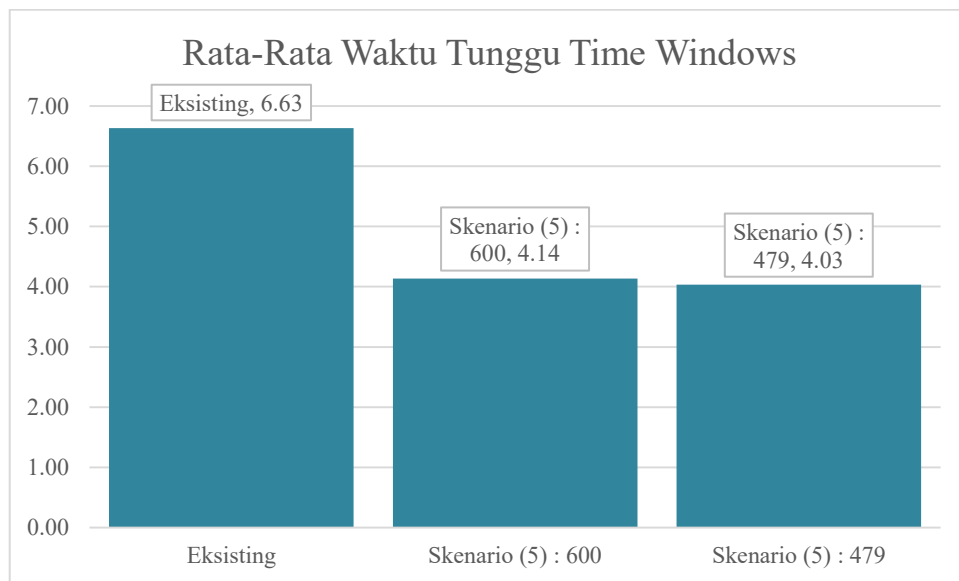
Pada bagian ini akan dilakukan perbandingan hasil simulasi kebijakan eksisting dengan hasil simulasi skenario perbaikan. Hasil yang akan diperbandingkan yaitu waktu tunggu *time windows*, waktu siklus truk, jumlah truk yang dibutuhkan, *service level* dan utilitas truk.

5.3.1 Analisis Perbandingan Waktu *Time Windows*

Pada kondisi nyata dilapangan, gudang regional memiliki waktu buka pada pukul 08.00 WIB hingga 17.00 WIB. Kondisi ini yang menyebabkan adanya waktu tunggu *time windows* ketika truk yang melakukan pengiriman tiba diluar waktu *time windows* gudang regional. Waktu tunggu *time windows* ini merupakan salah satu penyebab siklus truk menjadi panjang. Sehingga, untuk membuat perputaran truk menjadi lebih lancar, maka dapat dilakukan dengan mengurangi waktu tunggu *time windows*. Pada kondisi eksisting, pengiriman dilakukan setiap saat tanpa adanya batasan waktu pengiriman.

Pada skenario perbaikan, ditambahkan kebijakan yang digunakan untuk mengurangi waktu tunggu *time windows*. Kebijakan yang ditambahkan yaitu dengan melakukan penetapan waktu pengiriman pada jam-jam tertentu. Pengurangan waktu tunggu *time windows* setelah diterapkannya kebijakan pengiriman dengan penetapan waktu kirim dapat dilihat pada Gambar 5.3.

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.3, dapat diketahui bahwa terjadi pengurangan rata-rata waktu tunggu *time windows* yang *relative* besar ketika diterapkan kebijakan pada skenario perbaikan. Pengurangan waktu tunggu *time windows* mencapai 33.3%. Hal ini terjadi akibat adanya penentuan waktu pengiriman yang berdasarkan pada waktu tempuh pengiriman.



Gambar 5.3 Grafik Perbandingan Waktu Tunggu *Time Windows*

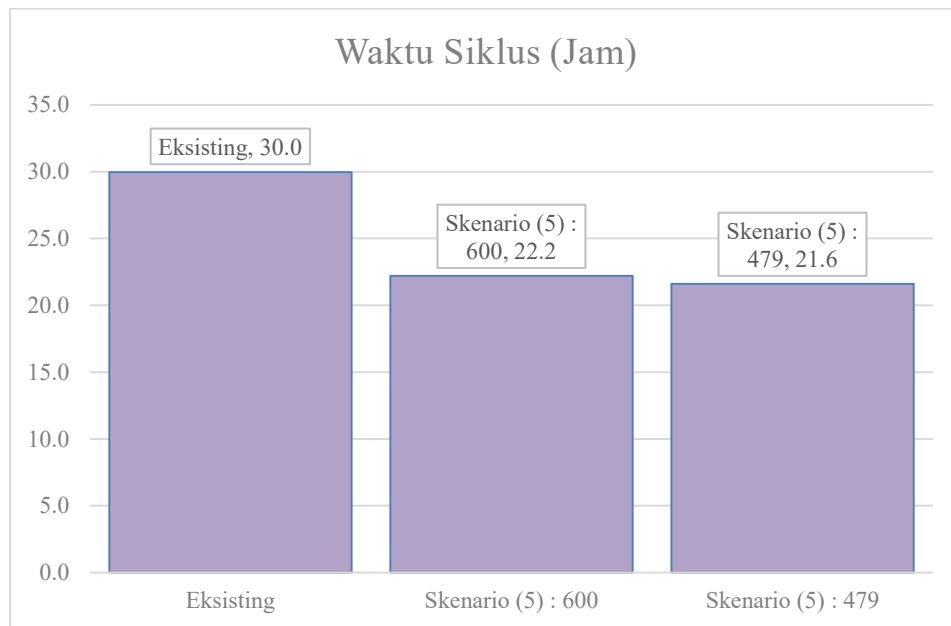
Pada penelitian tugas akhir ini, segmentasi waktu pengiriman di bagi menjadi dua kategori yaitu dekat dan menengah. Untuk kategori dekat waktu pengiriman dibagi menjadi dua tipe yaitu mulai pukul 09.00 hingga pukul 18.00 dan mulai pukul 06.00 hingga pukul 12.00. Sedangkan untuk kategori menengah dimulai pukul 01.00 hingga 09.00 dan mulai pukul 12.00 hingga pukul 18.00. Waktu pengiriman terlama pada kategori dekat yaitu 5 jam sehingga apabila melakukan pengiriman pada rentang waktu tersebut maka akan mencapai gudang regional pada jam buka dan meminimalisir ketidakpastian. Sedangkan untuk kategori menengah waktu terlama yaitu 9 jam. Dari estimasi waktu pengiriman tersebut, diharapkan dapat mengoptimalkan waktu tunggu *time windows*.

Pada gambar 5.3 dapat dilihat bahwa perbandingan antara waktu tunggu *time windows* pada skenario lima dengan jumlah truk yang berbeda tidak terlalu memberikan perubahan waktu tunggu *time windows* yang sangat signifikan.

5.3.2 Analisis Perbandingan Waktu Siklus Truk

Waktu siklus truk dimulai sejak truk diperintahkan untuk melakukan pengiriman di pabrik. Waktu siklus truk dipengaruhi oleh beberapa kegiatan yang dilakukan truk selama proses pengiriman. Siklus truk pada kondisi eksisting dan kondisi dengan skenario perbaikan mengalami penurunan.

Perbandingan akan dilakukan untuk nilai rata-rata keseluruhan waktu siklus kondisi eksisting dengan waktu rata-rata terbobot dari siklus pengiriman dari pabrik ke gudang regional. Berikut grafik perbandingan waktu siklus truk rata-rata pada kondisi eksisting dan skenario perbaikan.



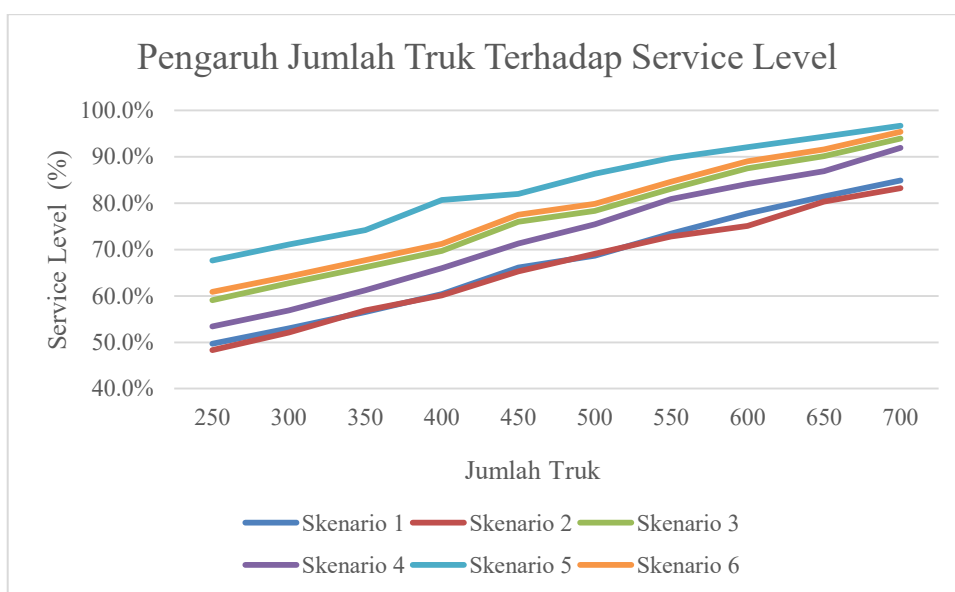
Gambar 5.4 Grafik Perbandingan Waktu Siklus Truk

Dari hasil simulasi yang dilakukan, maka diperoleh pengurangan waktu siklus pada kondisi eksisting sebesar 30 jam dan skenario perbaikan sebesar 21.6 jam. Pada hasil ini dapat dilihat penurunan yang relatif besar yaitu sebesar 8 jam. Hal ini dipengaruhi oleh berkurangnya waktu tunggu *time windows* pada skenario perbaikan yang dipengaruhi oleh penerapan kebijakan segmentasi waktu kirim. Selain itu, waktu tunggu *unloading* juga menjadi optimal dengan diterapkannya kebijakan *express loading line* sehingga kedua kebijakan ini berdampak *positif* terhadap waktu siklus sehingga memperoleh waktu siklus yang lebih optimal apabila dibandingkan terhadap kondisi eksisting.

Apabila dilihat perbedaan waktu siklus antara skenario lima dengan jumlah truk yang berbeda maka terlihat bahwa tidak terjadi pengaruh yang signifikan dengan berkurangnya jumlah kebutuhan truk karena selisih rata-rata waktu siklus yang terjadi hanya sebesar 0.6 Jam.

5.3.3 Analisis Perbandingan Jumlah Truk

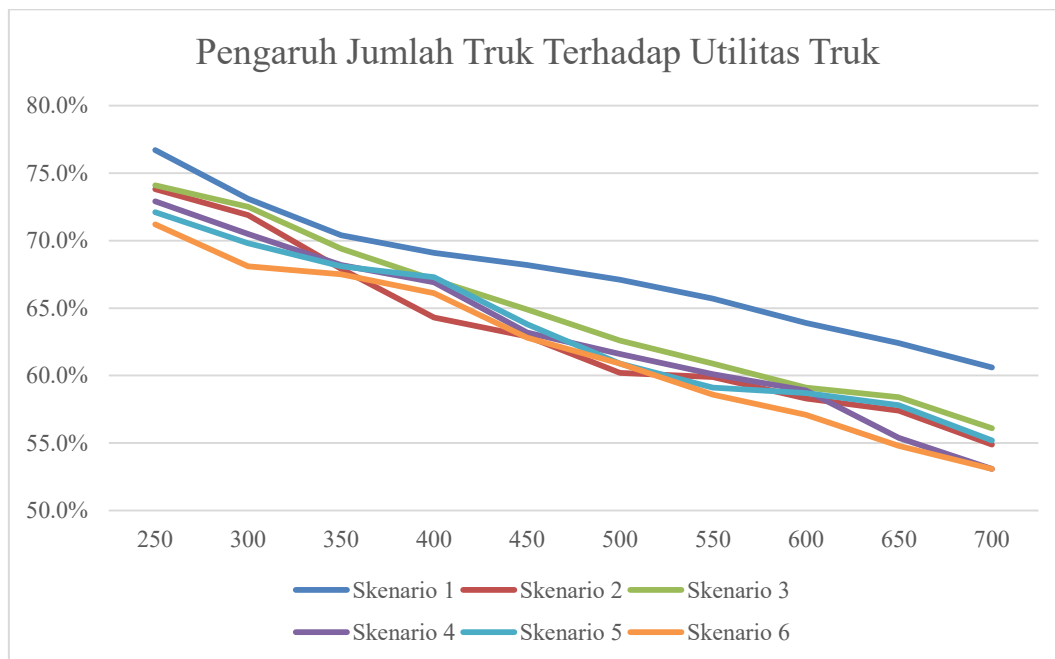
Pada simulasi dengan kebijakan eksisting dan skenario perbaikan, jumlah truk sangat berpengaruh terhadap output simulasi. Peningkatan jumlah truk yang disediakan akan memberikan pengaruh pada peningkatan waktu siklus truk dan peningkatan *service level* perusahaan. Pada Gambar 5.6 dan 5.7 dapat diketahui pengaruh jumlah kebutuhan truk terhadap *service level* dan utilitas truk.



Gambar 5.5 Grafik Hubungan Jumlah Truk Terhadap *Service Level*

Berdasarkan gambar 5.6 dapat dilihat pengaruh jumlah kebutuhan truk terhadap *service level*. Terlihat bahwa grafik tersebut menunjukkan trend peningkatan. Oleh karena itu, peningkatan jumlah kebutuhan truk akan berbanding lurus terhadap peningkatan *service level* yang dapat dicapai oleh perusahaan.

Sedangkan, Berdasarkan gambar 5.7 maka dapat diketahui pengaruh jumlah truk terhadap utilitas truk. Grafik tersebut menunjukkan trend menurun pada nilai utilitas seiring dengan bertambahnya jumlah truk. Hal ini wajar dikarenakan semakin meningkatnya jumlah truk yang dimiliki maka dengan peningkatan *service level* yang dikarenakan tingginya availibilitas kendaraan di pabrik juga akan berdampak terhadap rendahnya utilitas truk karena truk mengganggu menunggu penugasan pengiriman.

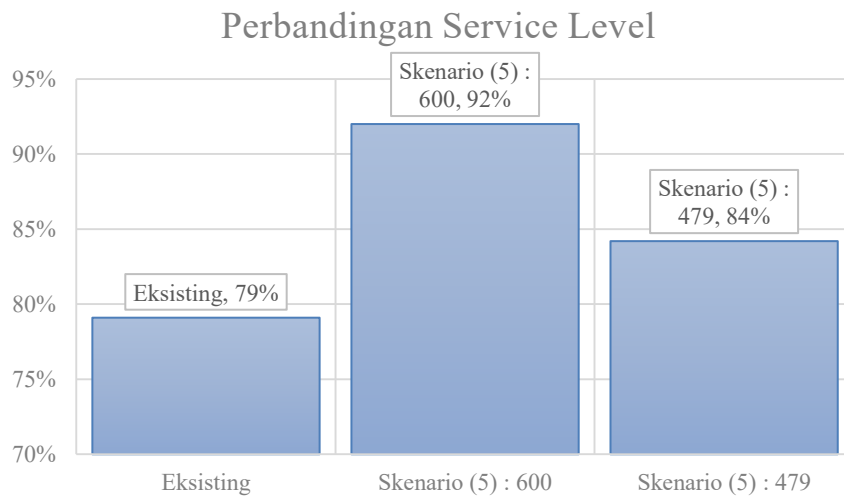


Gambar 5.6 Grafik Pengaruh Jumlah Truk Terhadap Utilitas Truk

5.3.4 Analisis Perbandingan *Service Level*

Pada simulasi dengan kebijakan eksisting dan skenario perbaikan, *service level* menjadi parameter yang digunakan untuk menentukan pemilihan kondisi kebijakan yang terbaik, dimana dilakukan perubahan kondisi ketersediaan jumlah truk. Apabila dilakukan perbandingan terhadap *service level* ketika kondisi jumlah truk yang sama pada kebijakan eksisting pada model simulasi eksisting dan skenario perbaikan maka diperoleh hasil seperti pada Gambar 5.7.

Berdasarkan grafik perbandingan *service level* antara kebijakan eksisting dan kebijakan skenario perbaikan maka dapat diketahui bahwa dengan adanya perubahan kebijakan pengiriman maka akan dapat meningkatkan *service level* yang dicapai perusahaan. Setelah dilakukan simulasi kebijakan pengiriman skenario perbaikan, dimana jumlah truk yang disediakan dalam jumlah sama yaitu 479 unit truk terjadi peningkatan *service level* hingga mencapai 4.9%.



Gambar 5.7 Grafik Perbandingan *Service Level*

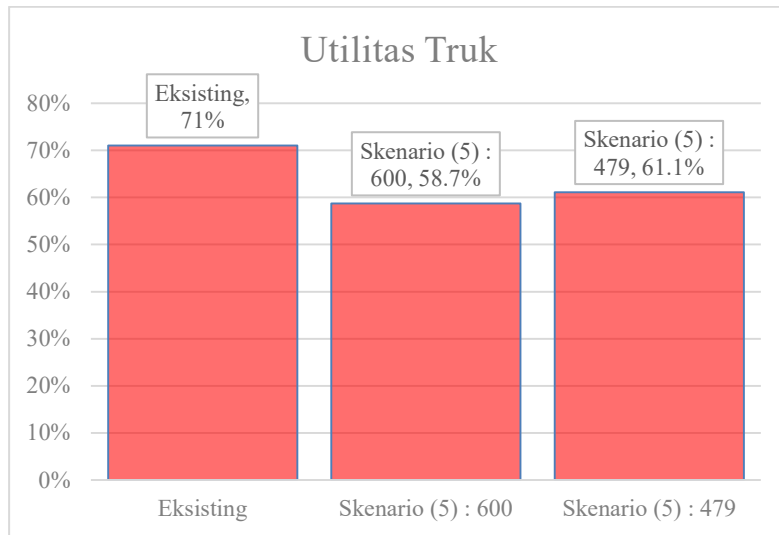
Hal ini terjadi akibat dari peningkatan realisasi pengiriman yang dapat dilakukan setiap harinya dan lebih lancarnya pengiriman ketika pengiriman diterapkan kebijakan pengiriman yang terdapat pada skenario perbaikan. Sedangkan apabila perusahaan memiliki preferensi untuk meningkatkan *service level* hingga lebih besar dari 90% maka perusahaan dapat melakukan peningkatan jumlah truk dengan menambah 121 truk. Namun apabila, preferensi yang diinginkan tidak ingin melakukan peningkatan pada jumlah truk yang dimiliki maka dengan menerapkan kebijakan pada skenario lima tetap akan meningkatkan *service level* sebesar 4.9%.

5.3.5 Analisis Perbandingan Utilitas Truk

Pada simulasi dengan kebijakan eksisting dan skenario perbaikan, selain membandingkan *service level* yang menjadi salah satu parameter yang digunakan untuk menentukan pemilihan kondisi kebijakan yang terbaik. Utilitas truk juga menjadi *respond variable* yang juga dipertimbangkan. Apabila dilakukan perbandingan terhadap utilitas antara kebijakan eksisting dan skenario perbaikan maka diperoleh hasil seperti pada Gambar 5.8.

Berdasarkan grafik perbandingan utilitas truk antara kebijakan eksisting dan kebijakan skenario perbaikan maka dapat diketahui bahwa dengan adanya perubahan kebijakan pengiriman yang diterapkan maka akan berdampak pada

utilitas truk Setelah dilakukan simulasi kebijakan pengiriman skenario perbaikan, dimana jumlah truk yang disediakan dalam jumlah sama yaitu 479 unit truk terjadi penurunan utilitas truk dari kondisi eksisting yang mencapai 71% hingga mencapai 61.1%. Hal ini terjadi akibat dari penurunan waktu siklus truk untuk masing-masing ritase



Gambar 5.8 Grafik Perbandingan Utilitas Truk

Menurunnya waktu siklus berpengaruh terhadap jumlah kebutuhan truk dalam memenuhi permintaan yang ada. Sehingga, apabila waktu siklus menurun seperti yang terjadi pada kondisi skenario perbaikan maka dengan menggunakan jumlah truk eksisting akan menurunkan utilitas truk. Namun, apabila dilihat pada gambar 5.8 yang membandingkan utilitas truk pada skenario terbaik dengan jumlah truk sebanyak 600 truk. Maka utilitas truk akan kembali menurun karena dengan kondisi yang sama pada skenario perbaikan, peningkatan jumlah truk akan mengakibatkan meningkatnya availibilitas truk di pabrik yang menjadikan truk tersebut menganggur menunggu penugasan dari pabrik. Pada penelitian ini, tentu keputusan akan dikembalikan kepada perusahaan. Apabila perusahaan memiliki preferensi untuk mengoptimalkan utilitas truk tanpa ingin melakukan penambahan jumlah truk yang dimiliki dan tidak mengesampingkan *service level* yang dicapai perusahaan, maka penerapan kebijakan pada kombinasi skenario lima dengan jumlah truk eksisting merupakan solusi terbaik.

5.3.5 Analisis Perubahan Waktu Loading

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada tabel 4.24 maka dapat dilihat pengaruh kombinasi skenario dedicated express loading line terhadap waktu antri loading untuk masing-masing kategori pengiriman. Masing-masing kombinasi memberikan pengaruh yang berbeda terhadap masing-masing kategori. Apabila dianalisis waktu antri loading kategori jauh berdasarkan gambar 4. Maka terlihat bahwa waktu antri loading kategori tersebut mengalami pengaruh yang berbeda untuk masing-masing kombinasi skenario. Apabila dibandingkan dengan dasar waktu pada kondisi eksisting maka pada kombinasi skenario 9/3 rata-rata terjadi peningkatan pada waktu antri loading. Sedangkan, apabila kita bandingkan terhadap skenario 3/9 maka terlihat bahwa terjadi penurunan waktu antri loading yang cukup signifikan. Lalu ketika diterapkan kombinasi 6/6 terlihat bahwa terjadi penurunan namun penurunan yang terjadi tidak terlalu signifikan apabila dibandingkan dengan kondisi eksisting.

Selanjutnya, apabila dilihat pada kategori menengah dan dekat. Masing-masing kombinasi juga memberikan pengaruh yang berbeda. Apabila dianalisis dari gambar 4.31 yang menunjukkan perubahan grafik pengiriman jarak dekat dan menengah. Maka terlihat bahwa waktu antri loading kategori tersebut mengalami pengaruh yang juga berbeda untuk masing-masing kombinasi skenario. Apabila dibandingkan dengan dasar waktu pada kondisi eksisting maka pada kombinasi skenario 9/3 rata-rata terjadi penurunan pada waktu antri loading. Sedangkan, apabila kita bandingkan terhadap skenario 3/9 maka terlihat bahwa terjadi peningkatan waktu antri loading yang cukup signifikan. Lalu ketika diterapkan kombinasi 6/6 terlihat bahwa terjadi penurunan namun penurunan yang terjadi tidak terlalu signifikan apabila dibandingkan dengan kondisi eksisting.

Rata-rata penurunan yang terjadi pada masing masing skenario tidak menunjukkan hasil yang sama-sama karena hasil ini tentu sangat dipengaruhi oleh komposisi jumlah dedicated loading line yang digunakan pada masing-masing skenario. Berdasarkan gambar 4.32 maka dapat dilihat bahwa apabila dibandingkan kondisi eksisting terhadap masing-masing skenario maka terlihat pada skenario 9/3 terjadi sedikit peningkatan namun penurunan tidak signifikan. Pada skenario ini, penurunan rata-rata waktu antri loading terjadi hanya sebesar

0,21 Jam. Hal ini terjadi karena pada skenario tersebut meskipun terjadi optimalisasi pada pengiriman jarak dekat dan menengah, tetapi pada pengiriman jarak jauh terlihat terjadi peningkatan waktu antri loading.

Hal yang sama berlaku pada skenario 3/9 dimana meskipun terjadi penurunan pada salah satu kategori namun dikarenakan proporsi jumlah yang tidak proporsional mengakibatkan peningkatan kategori lainnya. Pada skenario ini, penurunan rata-rata waktu antri loading terjadi sebesar 0,65 Jam. Apabila dibandingkan terhadap skenario 9/3 terjadi penurunan yang cukup berbeda dikarenakan proporsi gudang pengiriman jarak jauh memiliki jumlah yang lebih banyak sehingga menampung kapasitas permintaan yang lebih besar. Maka dengan intensitas pengiriman yang cukup tinggi maka waktu antri loading menjadi dapat diakomodir.

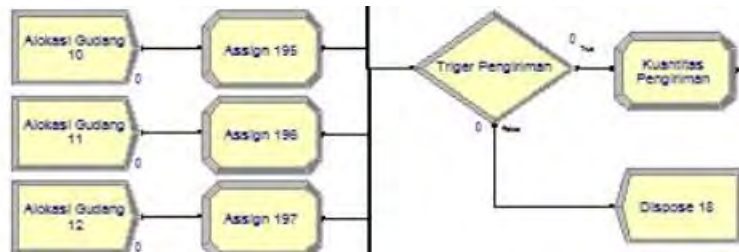
Selanjutnya, apabila membandingkan waktu antri loading kondisi eksisting terhadap skenario 6/6 maka terlihat bahwa pada skenario ini terjadi penurunan yang paling besar yaitu sebesar 1,53 jam. Hal ini terjadi karena jumlah yang proporsional antara dedicated loading line dan undedicated loading line sehingga terjadi keseimbangan antara masing-masing kategori dalam melakukan antri loading. Meskipun pengiriman jarak jauh memiliki permintaan yang berbeda namun hal ini dapat diakomodir dengan menggunakan dedicated loading line diluar segmentasi waktu pengiriman dekat dan menengah.

LAMPIRAN A

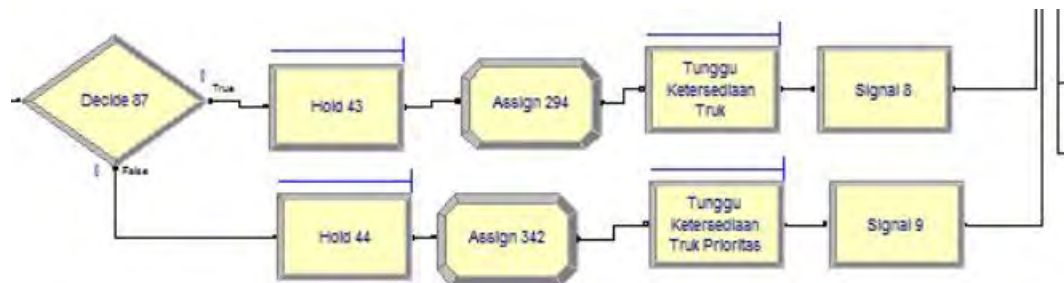
Kode Gudang	Gudang	Waktu Unloading
1	Jumlah GPP Jambi	NORM(21.9, 6.3)
2	Jumlah Gd Hasim/Tl Bakung	5 + EXPO(17.4)
3	Jumlah BGR Bangko (Merangin)	NORM(44.8, 16.6)
4	Jumlah BGR Muara Tebo	NORM(38.3, 10.1)
5	Jumlah GPP Bengkulu	NORM(39.7, 14.1)
6	Jumlah Gd Kaur	TRIA(40, 85.8, 150)
7	Jumlah Gd Perintis	NORM(23.1, 2.34)
8	Jumlah GPP Palembang	NORM(20.9, 6.79)
9	Jumlah OS ex Gd. Bagor (3 Ilir)	28.5 + EXPO(22.4)
10	Jumlah GPP Lubuk Linggau	NORM(37.4, 14.2)
11	Jumlah GPP Martapura	NORM(16, 6.7)
12	Jumlah Gud. Belitang Martapura	NORM(16.3, 4.5)
13	Jumlah BGR Lahat	NORM(36.1, 7.85)
14	Jumlah Gd Padimas	10 + EXPO(29)
15	Jumlah GPP Pringsewu	NORM(39.9, 4.79)
16	Jumlah GPP Tegineneng	NORM(35, 12.4)
17	Jumlah Gd. Bandar Jaya	NORM(37, 14.4)
18	Jumlah GPP Kalibalangan	NORM(33.7, 9.41)
19	Jumlah GPP Sekincau	NORM(44.8, 18.7)
20	Jumlah HMR Lampung Tengah	NORM(46.9, 11.2)
21	Jumlah Gd. Way Jepara	NORM(59.8, 5.28)
22	Jumlah Gd. BGR Mesuji	NORM(39.8, 7.28)

LAMPIRAN B

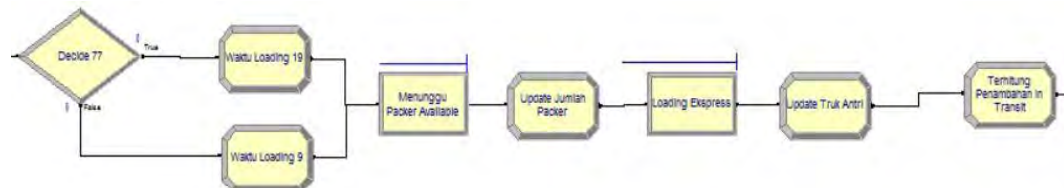
Triger Pengiriman Kondisi Eksisting



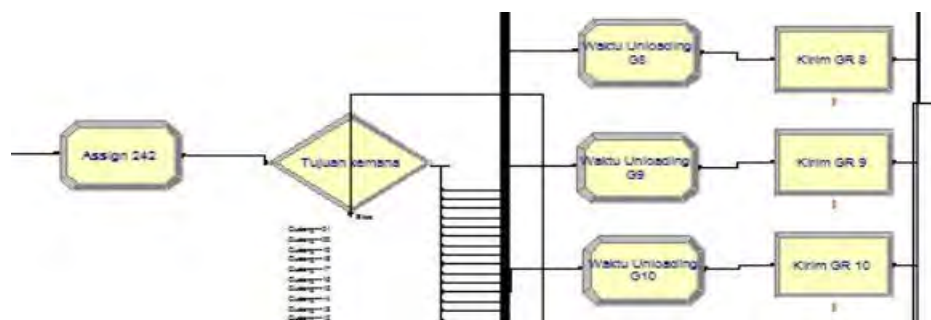
Penugasan Truk Kondisi Eksisting



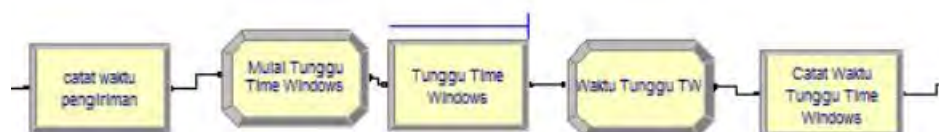
Proses Loading Kondisi Eksisting



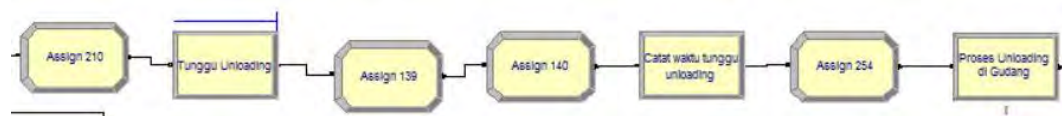
Proses Pengiriman Kondisi Eksisting



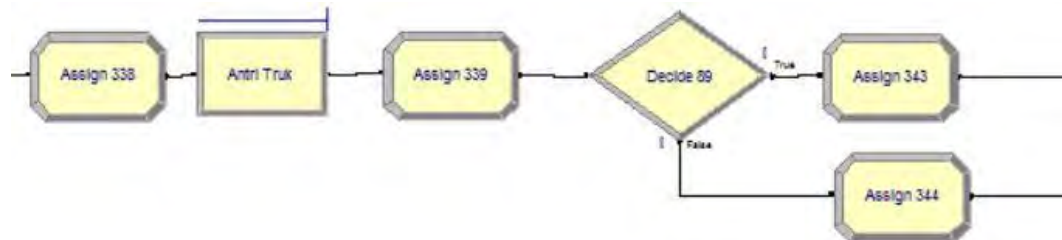
Proses Tunggu Time Windows Kondisi Eksisting



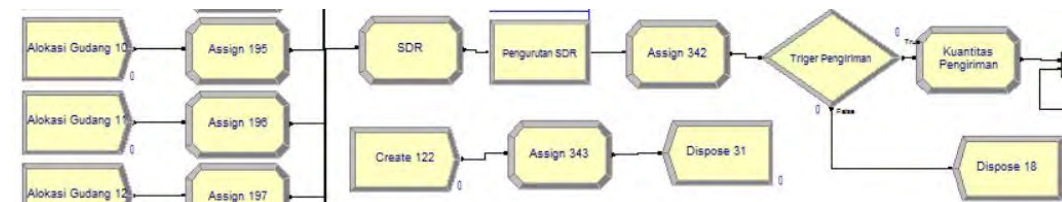
Proses Unloading Kondisi Eksisting



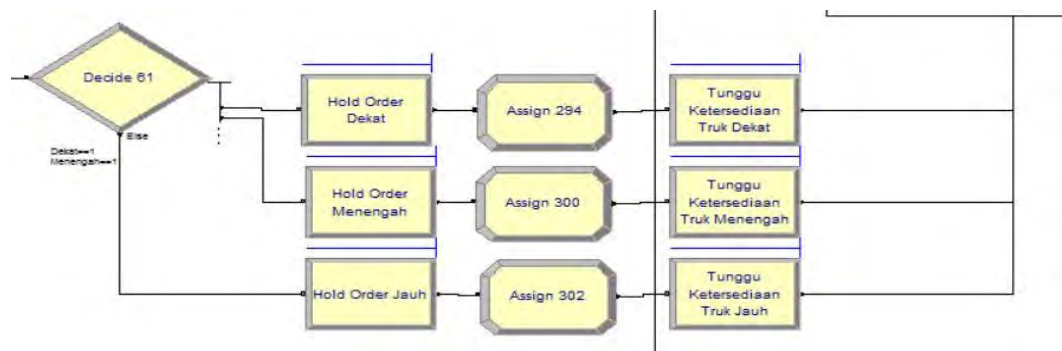
Antrian Menunggu Penugasan Kondisi Eksisting



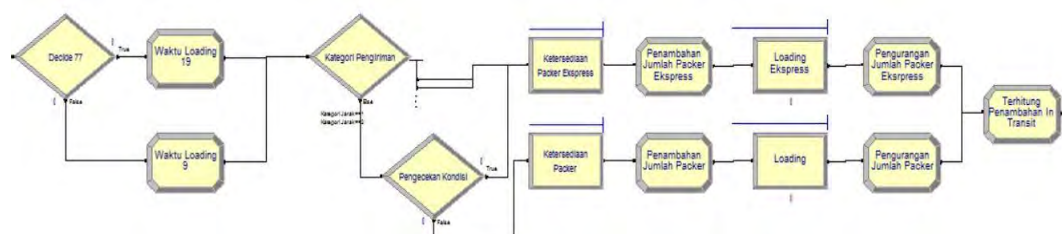
Triger Pengiriman Skenario Perbaikan



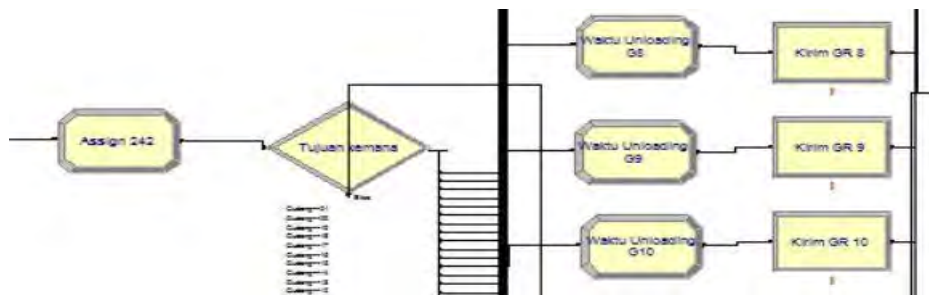
Penugasan Truk Skenario Perbaikan



Proses Loading Skenario Perbaikan



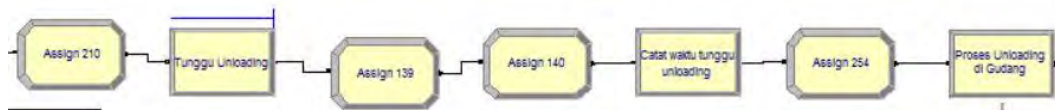
Proses Pengiriman Skenario Perbaikan



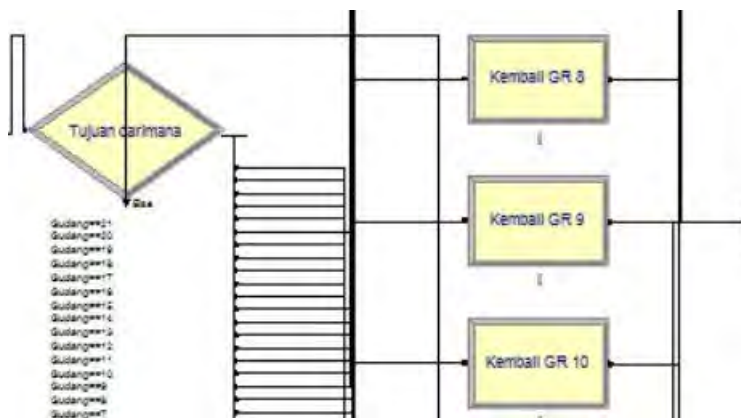
Tunggu Time Windows Skenario Perbaikan



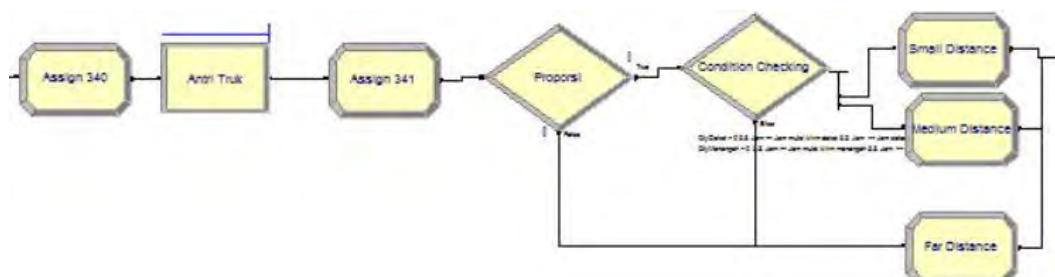
Proses Unloading Skenario Perbaikan



Perjalanan Pulang Skenario Perbaikan



Antrian Truk Menunggu Penugasan Skenario Perbaikan



BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian tugas akhir yang sudah dilakukan serta saran-saran yang bagi penelitian selanjutnya.

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tugas akhir yang sudah dilakukan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut :

1. Kebijakan baru yang diterapkan pada skenario perbaikan yaitu segmentasi waktu pengiriman dan *express loading line*. Kebijakan ini memberikan pengaruh terhadap *service level*, utilitas truk, waktu siklus, dan waktu tunggu *time windows*. Terjadi pengurangan pada waktu siklus yang berdampak pada optimalisasi variabel respon lainnya yaitu *service level* dan utilitas truk. Pengurangan pada waktu siklus mengakibatkan sistem distribusi pupuk per ritase menjadi lancar dan lebih cepat dikarenakan terjadinya pengoptimalan pada waktu tunggu *loading* dan waktu tunggu *time windows*. Pengurangan waktu tunggu *time windows* sendiri merupakan pengaruh dari penerapan kebijakan segmentasi waktu pengiriman pada kategori pengiriman jarak dekat dan menengah. Hal ini dikarenakan dapat meminimalisir ketidakpastiaan diperjalanan. Selain itu, penerapan kebijakan *express loading line* juga mengoptimalkan waktu tunggu *loading* untuk masing-masing kategori pengiriman. Hal ini juga akan mengurangi waktu siklus per ritase. Perputaran truk yang lebih cepat mempengaruhi jumlah truk yang dibutuhkan karena truk dapat melakukan pengiriman lebih dari sekali dalam satu hari sehingga hal ini juga berpengaruh terhadap *service level* yang akan dicapai oleh perusahaan karena dengan perputaran truk yang lebih cepat, realisasi pengiriman dapat meningkat. Sehingga, pemenuhan permintaan yang masuk ke gudang regional dapat dilakukan dengan baik.

2. Penerapan skenario perbaikan dapat mengoptimalkan perputaran truk satu ritase sebesar 28%, yang mana pada kebijakan eksisting waktu siklus mencapai 30 jam, sedangkan pada kebijakan skenario perbaikan waktu siklus menjadi 21,6 jam. Sedangkan, untuk rata-rata waktu tunggu time windows sendiri juga mengalami penurunan sebesar 40%, dimana penurunan terjadi sebesar 2,6 jam dari eksisting sebesar 6,63 jam menjadi 4,03 jam.
3. Skenario terbaik yang dapat diterapkan oleh perusahaan yaitu kombinasi skenario lima karena dengan menggunakan jumlah truk sebesar 400 truk sudah mencapai *service level* 80,7%. Pada grafik *scatter*, skenario ini berada pada kanan atas dimana sesuai terhadap tujuan dari penelitian yaitu mengoptimalkan *service level* dan utilitas sehingga skenario ini merupakan skenario terbaik. Selanjutnya, pemilihan skenario yang lebih spesifik hingga jumlah kebutuhan truk merupakan preferensi dari perusahaan. Pada penelitian ini, apabila perusahaan tidak ingin melakukan tambahan armada pengiriman maka dengan kondisi truk yang dimiliki perusahaan akan dapat meningkatkan *service level* sebesar 4.9% dengan menerapkan kebijakan pada skenario lima. Namun, apabila perusahaan ingin meningkatkan *service level* hingga 90% perusahaan dapat melakukan penambahan armada sebesar 121 truk untuk memenuhi permintaan yang masuk.
4. Perputaran truk yang semakin cepat dan lancar pada skenario perbaikan akan mempengaruhi utilitas truk. Dengan jumlah truk eksisting terjadi penurunan utilitas sebesar 9,9%, dimana pada kondisi eksisting rata-rata utilitas truk mencapai 71% setelah diterapkan skenario perbaikan menjadi 61,1%. Hal ini tentu jelas dipengaruhi oleh pengurangan waktu siklus sehingga jumlah kebutuhan truk yang dibutuhkan perusahaan dalam memenuhi permintaan akan berkurang.

6.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya yaitu sebagai berikut :

1. Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan pertimbangan biaya logistik untuk menganalisis kelayakan penerapan pada skenario perbaikan.
2. Pada penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan adanya peran ekspediter yang memiliki tujuan pengirimannya masing-masing.
3. Pada penelitian selanjutnya dapat dikembangkan algoritma tender untuk pelaksanaan tender di perusahaan.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- Altiook, T., & Melamed, B. (2007). Simulation modeling and analysis with Arena.
- Angkiriwang, R., Pujawan, I. N., & Santosa, B. (2014). Managing uncertainty through supply chain flexibility: reactive vs. proactive approaches. *Production & Manufacturing Research*, 2(1), 50-70.
- Andradottir, S., Healy, D.H., Withers, & Nelson, B.L. (1997). Long-Lasting Transient Conditions In Simulations With Heavy-Tailed Workloads.
- Chen, E.J., & Kelton, W.D. (2003). *Simulation Modeling Practice and Theory*.
- Chopra, S., & Meindl, P. 2007. *Supply Chain Management : Strategy, Planning, and Operation* (3th ed.). Springer.
- Cristina, E.N., (2014). *Penentuan Keputusan Pengiriman Berbasis Informasi Stock Criticality dan Segmentasi Waktu Kirim (Studi Kasus : Distribusi Semen Zak)*. Tugas Akhir. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Duclos, L. K., Vokurka, R. J., & Lummus, R. R. (2003). A conceptual model of supply chain flexibility. *Industrial Management & Data Systems*, 103(6), 446-456.
- McLeod, Raymond, & Schell, G. (2001). *Management Information System* (8 ed.). New Jersey : Prentice Hall, Inc.
- Montgomery, D. C., Runger, G. C., & Hubele, N. F. (2011). *Engineering statistics*: Wiley.
- Pujawan, I.N., & Mahendrawati. 2010. *Supply Chain Management 2nd Edition*. Surabaya : Gunawidya.
- Reby, Putu (2015). Simulasi Perputaran Truk Pengangkut Semen dengan Gudang Penyangga. Tugas Akhir. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Schimed, J.W., & Taylor, R.E. (1970). *Simulation and Analysis of Industrial System*. Richard D. Irwin.
- Suárez, F. F., Cusumano, M. A., & Fine, C. H. (1991). Flexibility and performance: a literature critique and strategic framework
- Tersine, R. J. (1994). Principles of inventory and materials management.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BIOGRAFI PENULIS



Stefan Adhie Nugroho, yang lahir pada 27 November 1994 di Palembang ini tercatat sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Industri ITS angkatan 2012. Sebelumnya, penulis menempuh pendidikannya di SD Islam Az-Zahrah Palembang, SD Negeri 1 Bengkulu, SMP Negeri 1 Bengkulu, SMP Negeri 1 Palembang, dan SMA Negeri 1 Palembang.

Selama masa kuliah di Teknik Industri ITS, penulis aktif di berbagai kegiatan yang mengasah *softskill* dan *hardskill*.

Penulis aktif di big event di ITS. Pada tahun kedua penulis berkesempatan untuk berkecimpung di dua acara terbesar ITS yaitu ITS EXPO dan YES Summit. Tahun ketiga penulis berkesempatan menjadi Asisten Laboratorium Logistik dan *Supply Chain Management* Teknik Industri ITS sampai tahun keempat perkuliahan. Selain itu, penulis juga berkesempatan untuk aktif di Kementerian Hubungan Luar BEM ITS sebagai direktorat jendral hubungan politik dan kerjasama antar lembaga. Penulis memiliki ketertarikan pada bidang logistik dan rantai pasok khususnya pada distribusi. Selama bergabung menjadi Asisten Laboratorium Logistik dan Supply Chain Management, penulis berkesempatan menjadi asisten untuk mata kuliah *Production and Planning Control*, *Management Logistics* dan *Supply Chain Management*..

Pada masa perkuliahan, penulis pernah menjalani magang di PT. Pupuk Sriwidjaja, Sumatera Selatan pada Departemen Logistik dan Pemasaran. Penulis dapat dihubungi melalui email s.adhienugroho@gmail.com atau 08117875858